www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

4e JAARGANG NUMMER 3 MAART 1939

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

VERLICHTING VAN RANGEERTERREINEN MET NATRIUMLAMPEN

door H. ZIJL.

621.327.44 : 628.971.8

Voor de verlichting van rangeerterreinen worden in toenemende mate natriumlampen gebruikt. Naast de bekende gunstige eigenschappen van het natriumlicht: groote contrastrijkheid, groote gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid, geringe verblinding, speelt hier ook het hooge rendement van de natriumlampen een rol, omdat op een rangeerterrein zeer groote oppervlakken verlicht moeten worden. In dit artikel worden verschillende systemen voor de verlichting van rangeerterreinen behandeld en enkele punten aangegeven, die van belang zijn voor het ontwerpen en berekenen van de verlichting van een rangeerterrein met natriumlampen.

Inleiding

Gedurende de duisternis is voor een vlot en veilig verloop van het rangeerbedrijf een doelmatige verlichting onontbeerlijk. De verlichting moet de rangeersporen met het zich daarop bevindende materieel, stootblokken, draaischijven en andere tot het bedrijf behoorende zaken zichtbaar maken. Hierbij is vooral van belang, dat de wisselstanden duidelijk kunnen worden waargenomen. Hoewel de stand van de wissel uit de stand van het bedieningsmechanisme is af te leiden, of door middel van een signaal is aan te geven, geeft het rangeerend personeel begrijpelijkerwijze de voorkeur aan een directe waarneming van de stand der wisseltongen. Twijfel in dit opzicht zal tot vertraging en eventueel tot schade en ongevallen kunnen leiden.

Een rangeerterrein heeft een groot oppervlak dat moet worden verlicht, de economie laat dus geen sterke verlichting toe. Bovendien is het meerendeel der waar te nemen objecten, evenals het terrein zelf, donker getint, zonder uitgesproken kleuren. In een dergelijk moeilijk geval moet worden gestreefd naar het opwekken van diepe helderheidscontrasten en moeten hinderlijke factoren, met name de verblinding, zooveel mogelijk worden vermeden.

De sterkste helderheidscontrasten tusschen de meestal verticale objecten en het horizontale terrein ontstaan, indien de verlichting hetzij verticaal, hetzij nagenoeg horizontaal invalt. Uit deze twee invalsrichtingen hebben zich twee volkomen verschillende verlichtingssystemen ontwikkeld. Deze ontwikkeling had zich reeds voltrokken, vóórdat er voldoende theoretisch inzicht was, waardoor men zich kon laten leiden. De ervaring leerde, wat bruikbaar was en wat als ongeschikt moest worden afgewezen, hetgeen natuurlijk niet wil zeggen, dat veel van het bruikbare, dat overbleef, niet voor verbetering vatbaar zou zijn.

In de jongste tijd worden voor de verlichting van rangeerterreinen in toenemende mate gasontladingslampen en wel speciaal natriumlampen toegepast. Het lag voor de hand, met deze nieuwe lichtbron proeven te doen, omdat het bekend was, dat de vereischte diepe contrasten met het natriumlicht bijzonder gemakkelijk te bereiken zijn. Bovendien is het hooge rendement van de natriumlamp een niet te onderschatten voordeel in verband met de uitgestrektheid van de te verlichten terreinen. Wij zullen in hetgeen volgt nader ingaan op de gebruikelijke systemen voor verlichting van rangeerterreinen en daarna onderzoeken, in hoeverre hierbij met voordeel gasontladingslampen kunnen worden gebruikt.

Twee systemen voor verlichting van rangeerterreinen

Het eerste en oudste verlichtingssysteem bestaat uit een aantal, in min of meer regelmatige verdeeling over het rangeerterrein verspreide masten, voorzien van lantaarns. Aanvankelijk bezaten deze lantaarns geen bepaalde, aan het doel aangepaste lichtverdeeling. Zij verspreidden licht en dat was

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

destijds vrijwel de eenige eisch, die de verlichtingstechniek stelde. Daar met de ontwikkeling van het rangeerbedrijf een toename van de intensiteit der gebruikte lichtbronnen gepaard ging, moest naar middelen worden uitgezien, om de hinderlijke verblinding te verminderen. Aanvankelijk werden diffuseerende ballons om de lampen aangebracht, ter vermindering van de helderheid der lichtbronnen. Dit middel helpt in een donkere omgeving echter maar matig, zoodat meer en meer wordt overgegaan tot email-reflectoren, waarbij de lichtuitstraling is beperkt tot een kegel met een tophoek van $2 \times 70°$ tot $2 \times 75°$. Door deze beperking van de uitstraling wordt niet alleen de verblinding tot een te verwaarloozen grootte gereduceerd [1]), maar wordt bovendien ongeveer een verdubbeling van de verlichtingssterkte verkregen in vergelijking met de oudere vrijstralende armaturen, die een groote hoeveelheid licht in boven- en zijwaartsche richtingen verloren doen gaan.

Het tweede verlichtingssysteem is eveneens oud en ontstond, toen gloeilampen van groot vermogen verkrijgbaar werden. Men monteert deze gloeilampen in spiegelreflectoren, die geconcentreerde bundels van groote lichtsterkte geven. Deze projectoren worden in batterijen vereenigd op hooge punten opgesteld en de bundels worden, ongeveer in de hoofdrichting der sporen, op het terrein gericht (*fig. 1*).

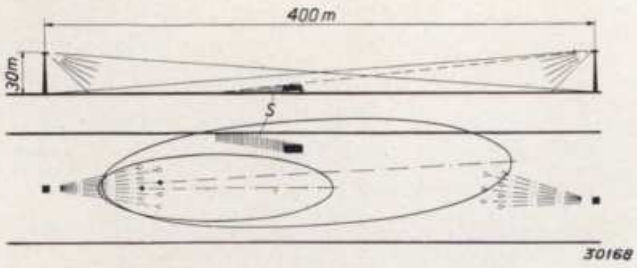

Fig. 1. Schema van een verlichting door bundellichten. Ieder gedeelte van het terrein moet van twee kanten worden verlicht, om de lange slagschaduwen (*S*) zooveel mogelijk op te heffen. Op iedere mast zijn acht reflectoren aangebracht. De cirkeltjes geven aan, waar de asrichtingen van de acht bundels het terreinoppervlak treffen. Voor de twee zwart gemaakte cirkeltjes geven de ellipsen de door de bundels van 30° omvatte terreingedeelten aan. De bundels zijn niet scherp begrensd, er valt dus ook licht buiten de ellipsen.

Beide systemen hebben hun voor- en nadeelen. Voor het eerste systeem is een kabelnet noodig, dat het geheele rangeerterrein beslaat. De aanleg van dit net is door de onvermijdelijke vele kruisingen met de sporen vrij kostbaar. Het tweede systeem heeft het voordeel van een zeer eenvoudig voedingsnet, daar de stroomafname op slechts enkele punten geconcentreerd is. Daartegenover staat, dat de hooge opstellingspunten meestal niet ter plaatse aanwezig zijn en dus moeten worden opgericht in de vorm van masten van 15 tot 35 m hoogte.

In lichttechnisch opzicht heeft het gebruik van verspreide lantaarns in het algemeen voordeelen boven de toepassing van bundellichten, zooals blijkt uit onderstaande discussie van de belangrijkste lichttechnische eigenschappen.

Rendement

Het rendement van een eenvoudig email-armatuur is 55 tot 65%, dwz. 55 tot 65% van de lichtstroom wordt naar beneden op het terrein gericht. Vanzelfsprekend gaat hierbij wel eenig licht verloren, dat buiten de terreingrenzen valt, maar groot is deze hoeveelheid bij een doelmatige opstelling niet.

Bij een goede spiegelreflector bevat de bundel met een tophoek van $2 \times 15°$ (*fig. 2*) maximaal 30% van de totale lichtstroom van de lamp, wat dus veel minder is dan bij verspreide lantaarns. Het strooilicht, dat ongeveer 35% van de lamplichtstroom vertegenwoordigt, gaat practisch verloren.

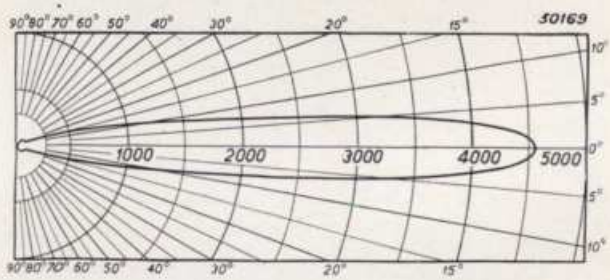

Fig. 2. Lichtverdeeling van de reflector FIC 1.

Lichtverlies door vervuiling en mist

Bij beide systemen zal vervuiling der armaturen een verzwakking der verlichting veroorzaken. Bij de eenvoudige email-reflectoren heeft vervuiling een vermindering van het reflectievermogen tengevolge, de lichtverdeeling verandert slechts weinig. Bij spiegelreflectoren treedt bij vervuiling niet alleen absorptie in de afsluitruit en vermindering van het reflectievermogen van de spiegel op, maar bovendien een verstrooiïng van de bundel. De invloed van de vervuiling is dientengevolge sterker dan bij verspreide lantaarns. Het lichtverlies door mist is bij een geconcentreerde opstelling der lichtbundels eveneens grooter dan bij een verspreide opstelling, omdat de stralen grootere wegen door de lucht moeten afleggen.

Contrastvorming

Bij de beoordeeling van de contrastvorming moeten twee dingen worden onderscheiden, de

[1]) Zie het artikel: Technische gezichtspunten betreffende wegverlichting, Philips techn. T. 2, 239, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

helderheden der tamelijk diffuus reflecteerende oppervlakken van de wagons, de zijvlakken der rails en de bodem, en de helderheid van de gladde, dus spiegelende loopvlakken der rails.

Bij het systeem met verspreide lantaarns valt het licht in hoofdzaak van boven naar beneden. In het algemeen zullen dus de verticale wanden der wagons minder sterk verlicht zijn dan de bodem, evenzoo zullen de verticale begrenzingsvlakken der rails donker blijven. De slagschaduwen zullen kort zijn en daardoor niet alleen weinig hinder veroorzaken, maar ook het verloop der rails duidelijker doen uitkomen.

In de loopvlakken der rails treedt een matige spiegeling op ter plaatse, waar de rails zich bevinden tusschen den beschouwer en een lantaarn. De sporen teekenen zich hierdoor af als heldere banden tegen een donkere achtergrond (zie *fig. 3*). Daar in het perspectivische beeld van een langgerekt rangeerterrein de lantaarns over de geheele breedte verspreid worden gezien, zal ook over het geheele terrein de spiegeling optreden, behalve daar, waar de wagons de lichtstralen onderscheppen, dwz. in de slagschaduwen. De verlichtingstoestand komt hier in wezen overeen met de verlichtingstoestand overdag, wat de verhoudingen der gemiddelde helderheden betreft.

Bij de verlichting met geconcentreerde bundels is de verlichtingssterkte op de naar de lichtbronnen gekeerde zijden der wagons sterker dan de verlichting op de grond. Daar de voornaamste kijkrichtingen ongeveer overeenstemmen met de verlichtingsrichtingen (door de langgerekte vorm der emplacementen) zullen dus de objecten helder worden gezien tegen de door de bodem en door de hemel gevormde donkere achtergrond. Indien er ook bundels zijn, die stralen tegen de kijkrichting in, dan is de spiegeling in de rails zeer sterk, hetgeen op zichzelf gunstig is, maar de lange slagschaduwen bederven veel.

Fig. 3. De afbeelding toont, hoe het heldere loopvlak der rails contrasteert met de donkere zijkanten en met de grond. De stand der wisseltongen is duidelijk te zien. De rijtuigen zijn door het helderheidscontrast met hun omgeving gemakkelijk waarneembaar. In de korte slagschaduw van het rijtuig midden op de afbeelding is de spiegeling in de rails verdwenen.

Verlichting van de zijwanden der wagons is niet mogelijk, tenzij de opstelling der batterijen terzijde van het terrein wordt gekozen (zie fig. 4). Zelfs dan is, door de ongunstige invalsrichting, geen sterke verlichting der zijwanden mogelijk. Het opgewekte contrast is dus beperkt tot de vlakken, die min of meer dwars op de lengterichting van het terrein staan.

Verblinding

De verblinding beteekent bij de verlichting met bundellichten een ernstig bezwaar. Het is onmogelijk, de bundels een zoo groote helling te geven, dat geen straling binnen een hoek van 15° met de kijk-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

richting het oog treft. In dat geval zou de werkingssfeer dusdanig worden verkleind (zie *fig. 4*) dat het syteem geen reden van bestaan meer had. Boven-

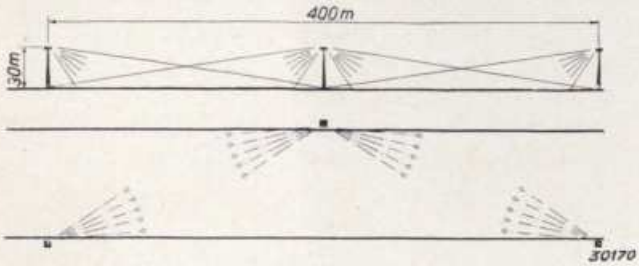

Fig. 4. Ter vermindering der verblinding kunnen de bundels schuin op de algemeene kijkrichtingen worden geplaatst en bovendien zooveel mogelijk worden geneigd. Dit verkort echter de werkingssfeer der batterijen en leidt tot een grooter aantal opstellingspunten.

dien zou ook dan nog het strooilicht, dat buiten de nuttige bundel uittreedt, verblinding kunnen veroorzaken. Door zijdelingsche opstelling kan de verblinding worden verminderd voor de hoofdrichting van het terrein, een bezwaar is echter, dat daarvoor meer opstellingspunten noodig zijn, hetgeen hoogere aanlegkosten medebrengt.

Uit het voorgaande blijkt wel, dat in het algemeen van een verlichting van rangeerterreinen met verspreide lantaarns, mits goed uitgevoerd, betere resultaten zijn te verwachten dan van een verlichting met bundellichten. Om te begrijpen, hoe het toepassen van bundellichten zich ooit heeft kunnen doorzetten, moet men niet uit het oog verliezen, dat deze verlichting stamt uit de tijd, dat ook de verlichting met verspreide lichtbronnen door het gebruik van vrijstralende lantaarns een niet geringe verblinding opleverde.

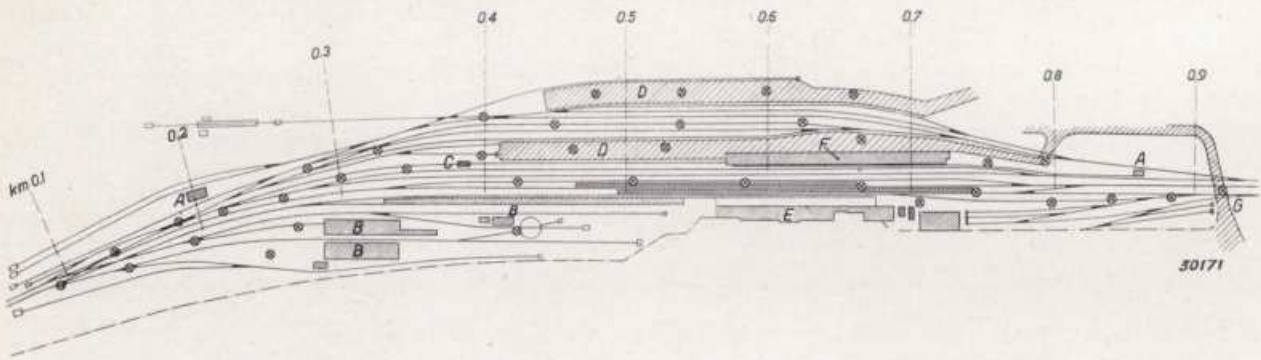

Fig. 5. Plattegrond van het emplacement Breda. *A* seinhuis, *B* werkplaatsen, *C* weegbrughuisje, *D* losplaats, *E* stationsgebouw, *F* goederenloods, *G* overweg.

Toepassing van gasontladingslampen op rangeerterreinen

Gaan we nu na, of bepaalde gasontladingslampen, in het bijzonder natrium- en kwikdamplampen, bijzondere voordeelen bieden voor verlichting van een rangeerterrein, dan gelden de volgende overwegingen:

a) De gasontladingslamp heeft een hoog rendement, waardoor zoowel stroombesparing als verhooging van het verlichtingsniveau kunnen worden bereikt. Onder de verschillende gasontladingslampen heeft de natriumlamp een hooger rendement dan de kwiklamp.

b) De verkeerde kleurweergave door gasontladingslicht speelt in het rangeerbedrijf geen of hoogstens een zeer ondergeschikte rol.

c) Bij kwikverlichting zoowel als bij natriumverlichting wordt een groote gezichtsscherpte verkregen [2]).

d) De waarnemingssnelheid is bij natriumverlichting grooter dan bij verlichting met gloeilampen of kwiklampen [2]).

e) De contrastrijkheid is bij natriumverlichting van geringe sterkte belangrijk hooger dan bij gloeilampen- of kwikverlichting van dezelfde sterkte [3]).

f) De hinder, ondervonden door het kijken in de lichtbron (nabeelden) of door de invloed van spiegeling in plassen (directe en indirecte simultaanverblinding) is bij natriumlampen minimaal.

In verschillende landen is men op grond van deze overwegingen overgegaan tot toepassing van „Philora" gasontladingslampen voor het verlichten van rangeerterreinen. Meestal wordt de natriumlamp gekozen omdat deze, zooals uit het voorgaande blijkt, zich beter tot het doel leent dan de kwiklamp. Van de bovenbeschreven twee verlichtingssystemen komt daarbij alleen het eerste in

[2]) Zie P. J. Bouma: Gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid in verband met de wegverlichting, Philips techn. T. **1**, 215, 1936.

[3]) P. J. Bouma, Contrastrijkheid bij natriumlicht, kwiklicht en wit licht, De Ingenieur **49** A, 290, 1934; zie ook Philips techn. T. **1**, 166, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

aanmerking, omdat de natriumlamp een te groote lichtbron is om in reflectoren voor bundellichten te kunnen worden toegepast.

In begin 1934 richtten de Nederlandsche Spoorwegen een proef in op het rangeerterrein te Amersfoort, weldra gevolgd door een definitieve installatie op het emplacement Born in Zuid-Limburg. De resultaten waren zoo goed, dat nieuwe rangeerterreinen steeds van een natriumverlichting zullen worden voorzien en in bestaande installaties de gloeilampen geleidelijk worden vervangen door natriumlampen (Philora SO 650).

Door ervaringen, in de practijk opgedaan [4]), worden de hiervoren genoemde voordeelen van natriumlicht voor emplacementverlichting bevestigd. Als een speciaal voordeel is bovendien gebleken, dat bij de aanleg van het kabelnet een aanzienlijke besparing kan worden verkregen. Ter toelichting hiervan diene het volgende:

Door het geringe uit het net opgenomen vermogen is het spanningsverlies relatief klein. Bovendien is de natriumlamp minder gevoelig voor spanningsveranderingen dan een gloeilamp, dwz. de afname van de lichtstroom bij een bepaalde spanningsdaling is belangrijk minder. Bovendien zijn de lamptransformatoren voor „Philora" natriumlampen voorzien van aftakkingen, die het mogelijk maken, een zeker spanningsverlies te neutraliseeren. Bij het aanleggen van nieuwe installaties zal men dus door natriumlampen te gebruiken met kleinere doorsneden der leidingen kunnen volstaan, hetgeen een niet te verwaarloozen vermindering der investeeringskosten beteekent.

Technische gezichtspunten, betreffende de verlichting van rangeerterreinen met natriumlampen

Voor de inrichting van een installatie met natriumlampen is het volgende in acht te nemen:

De verlichtingssterkte op de bodem moet gemiddeld niet lager zijn dan 1 lux. Rekent men op een vermindering van het verlichtingsniveau van 50% tengevolge van vervuiling der lampen en reflectoren, een vermindering, die op een rangeerterrein zeker te verwachten is, dan moet een nieuwe installatie worden berekend op basis van 2 lux gemiddelde verlichtingssterkte.

Rekent men op een rendement der reflectoren van 60% en een verlies aan licht, dat buiten het terrein valt, van 20%, dan is de per m² te installeeren lamplichtstroom

$$f = \frac{2}{0{,}6 \times 0{,}8} = \text{rond } 4 \text{ lumen.}$$

Dit beteekent voor natriumlampen met een rendement van ongeveer 60 lm/W een vermogen van 0,07 watt per m² terreinoppervlak. Volgens het voorafgaande kan men bijv. per 1600 m² terreinoppervlak een „Philora" natriumlamp SO 650 (lichtstroom 6500 lumen) installeeren.

In de praktijk moet men er rekening mede houden, dat bepaalde terreingedeelten beter moeten worden verlicht dan het overige terrein, bijv. ter plaatse, waar zich veel wissels bevinden, of waar gewoonlijk verschillende treindeelen naast elkander zijn opgesteld. Daar ter plaatse is het meestal noodig, de lantaarns dichter bij elkander op te stellen, niet in de eerste plaats om een sterkere verlichting te verkrijgen, maar vooral om de slagschaduwen, die ontstaan in de verlichting van de eene lantaarn, voldoende op te heffen met het licht van de andere. Derhalve zal het geïnstalleerd vermogen aldaar worden opgevoerd tot 0,1 à 0,15 watt per m².

Op de plattegrond van het emplacement Breda (*fig. 5*) is te zien, dat de einden van het terrein, waar verhoudingsgewijze veel wissels voorkomen, dichter met lantaarns zijn bezet dan het middelste gedeelte met rechte, doorgaande sporen.

De lichtverdeeling van de reflectoren voor natriumlampen is niet alzijdig symmetrisch. De maximale lichtsterkten liggen in het vlak, loodrecht op de as van de lamp. De reflectoren moeten dus in het algemeen dwars op de lengterichting van het terrein worden opgehangen.

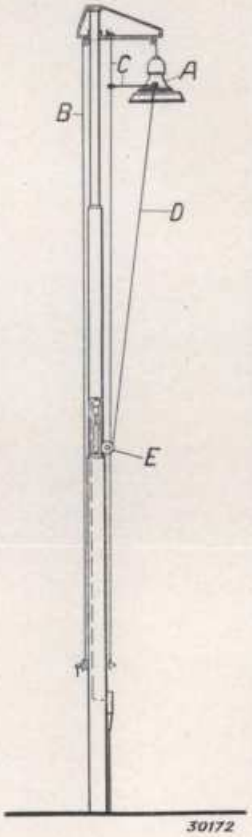

Fig. 6. Ophanging van het armatuur voor natriumverlichting. De gietijzeren kop *A* hangt aan de stalen draad *B*, die kan worden gevierd. Twee verdere stalen draden *C* dienen om schommelingen van het armatuur in de wind tegen te gaan. Om dezelfde reden is de gietijzeren kop zwaar geconstrueerd en bevat bovendien de spaarlektransformator van de natriumlamp. De soepele voedingsleidingen *D* zijn strak gespannen met behulp van twee rollen *E*.

Op een rangeerterrein zal, zooals reeds werd opgemerkt, door de in de atmosfeer in groote hoeveelheden voorkomende rook en stof een snelle vervuiling van de lantaarns optreden. Een geregeld onderhoud is dus nood-

[4]) Zie hierover: G. J. de Vos van Nederveen Cappel, Natriumverlichting op rangeeremplacementen, Ingenieur **52** V, 41, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

zakelijk. Ter vergemakkelijking van dit onderhoud worden de armaturen bij voorkeur zoo opgehangen, dat zij gemakkelijk naar beneden kunnen worden gehaald. In *fig. 6* is de ophanging weergegeven, die door de Nederlandsche spoorwegen wordt toegepast, terwijl in het onderschrift sommige technische bijzonderheden zijn vermeld. Tenslotte geeft *fig. 7* een foto van een rangeerterrein te Amsterdam, dat met natriumlampen in de hierboven genoemde armaturen is verlicht.

Fig. 7. Emplacement Amsterdam, Dijksgracht, verlicht met 39 „Philora" natriumlampen SO 650. De hoogte van de lichtpunten is 10,5 m.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN FOTOMETER VOOR HET ONDERZOEK VAN DE KLEURWEERGAVE VAN VERSCHILLENDE LICHTBRONNEN

door P. M. van ALPHEN. 535.247.4:535.62:628.93

Voor het onderzoek van de kleurweergave, die bij toepassing van verschillende lichtsoorten kan worden verkregen, werd in dit laboratorium een fotometer ontwikkeld, waarmee de lichtstroom in bepaalde golflengtegebieden van het spectrum gemeten kan worden. In dit artikel wordt deze fotometer beschreven. Speciaal wordt ingegaan op de schakeling, die toegepast werd voor het meten van de zeer kleine fotostroomen. Tenslotte wordt aan de hand van enkele voorbeelden aangetoond, welke onderzoekingen met dit instrument kunnen worden verricht.

Reeds herhaalde malen werd in dit tijdschrift ingegaan op de kleurweergave bij gebruik van verschillende min of meer witte lichtbronnen. Hierbij werd er steeds op gewezen, dat men uit de kleur van het uitgestraalde licht nog niet kan besluiten, hoe de kleuren van verlichte voorwerpen in dit licht worden weergegeven. Om dit te kunnen beoordeelen, moet men weten, hoe de intensiteit van de lichtbron verloopt als functie van de golflengte. Een volledige beschrijving van een lichtbron vereischt dus een kromme of een omvangrijke tabel.

Het is natuurlijk gewenscht een lichtbron door een kleiner aantal getallen te kunnen karakteriseeren en het bleek inderdaad mogelijk het spectrum zoodanig in acht verschillende vakjes te verdeelen, dat de kleurweergave van een lichtsoort voldoende nauwkeurig gekarakteriseerd wordt door een opgave van de lichtstroom, die in elk van deze acht vakjes wordt uitgezonden. Deze vakjesmethode wordt in ons laboratorium bij het onderzoek van de lichtbronnen veelvuldig toegepast en is dan ook in dit tijdschrift reeds herhaaldelijk ter sprake gekomen [1]).

Hieronder zal een beschrijving worden gegeven van de fotometer, die speciaal voor het uitvoeren van deze metingen werd ontworpen. Daarna zullen enkele voorbeelden worden besproken, die een indruk geven van de practische bruikbaarheid van dit instrument.

De keuze van de vakjes

De vakjes moeten zoo klein worden gekozen, dat de kleur van de in de practijk veel voorkomende pigmenten niet belangrijk verandert bij verschuivingen binnen één vakje. Om dit voor elke kleur in dezelfde mate te bereiken, bleek het noodig de intervallen in het blauw kleiner te kiezen dan elders. De volgende verdeeling bleek goed te voldoen: 4000 - 4200 - 4400 - 4600 - 5000 - 5500 - 6000 - 6500 - 7000 Ångström.

Later werd met het oog op het fotometreeren van kwiklicht overgegaan tot een iets gewijzigde verdeeling, nl. 4000 - 4200 - 4400 - 4600 - 5100 - 5600 - 6100 - 6600 - 7200 Ångström.

Bij de eerstgenoemde verdeeling zou nl. de groene kwiklijn van 5461 Å nagenoeg op de grens tusschen twee vakjes gevallen zijn, wat practisch ongewenscht is, omdat dan een kleine fout in de instelling van de vakjes tot gevolg kan hebben, dat de lichtstroom van die lijn op geheel andere wijze over de beide vakjes wordt verdeeld. Wat de waarde van de vakjes voor de kleurindruk betreft, is de nieuwe verdeeling practisch gelijkwaardig met de eerstgekozen verdeeling.

Het principe van de meetmethode

Het principe van de meetmethode is weergegeven in *fig. 1*. Het licht van de te onderzoeken lichtbron valt op een spleet S van een prismaspectroscoop. Met behulp van de lens L en het prisma P wordt een spectrum ontworpen op het venster D. Hierin is op de plaats van het te onderzoeken vakje een opening uitgespaard. De doorgelaten straling wordt gemeten met behulp van de fotocel F. De hoogte van de uitsparing in het venster D is voor iedere golflengte in het spectrum

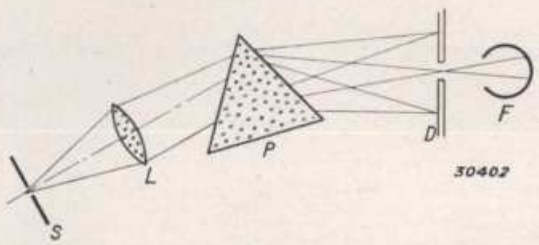

Fig. 1. Principe van een spectrometer voor het bepalen van de lichtstroom in een bepaald vakje van het spectrum. Van het licht, dat door de spleet S treedt, wordt door middel van de lens L en het prisma P een spectrum ontworpen op het venster D. Dit venster heeft een opening, die slechts een bepaald gedeelte van het spectrum doorlaat. De doorgelaten lichtstroom wordt gemeten met behulp van de fotocel F.

[1]) Zie bijv. de artikelen: P. J. Bouma, De kleurweergave bij gebruik van verschillende „witte" lichtbronnen, Philips techn. T. **2**, 1, 1937; W. Uyterhoeven en G. Zecher, Lage druk kwikontlading met luminesceerende wand, Philips techn. T. **3**, 277, 1938. Een installatie voor filmprojectie met watergekoelde kwiklampen, Philips techn. T. **4**, 2, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

aangepast aan de waarde van de ooggevoeligheid voor de betreffende golflengte en wel zoodanig, dat de fotostroom, die bij gegeven intensiteit eveneens van de golflengte afhangt, direct een maat is voor de lichtstroom, die in het betreffende vakje van het spectrum wordt uitgezonden. Door verschillende schermen met de opening op opeenvolgende plaatsen in het spectrum te gebruiken kan men de lichtstroom in de acht vakjes van het spectrum meten.

Hoewel het principe dus zeer eenvoudig is, levert de technische uitvoering moeilijkheden op, die wij hier in het kort willen bespreken. In het algemeen kan het volgende opgemerkt worden: de lichtstroom, waarover men beschikt is, zooals nog aangetoond zal worden, uitermate klein, zoodat het voor een nauwkeurige meting noodzakelijk is, de gestrooide stralen volkomen spiegelsymmetrisch ten opzichte van het vlak DD'. Hieruit volgt, dat de stralen van verschillende golflengte, die van een spleet in het scherm S_1 uitgaan, ook weer op een spleet in het scherm S_2 worden verzameld en tenslotte door de fotocel F worden opgevangen. Gaat echter licht van een bepaalde golflengte tengevolge van reflectie of strooiïng door een verkeerde plaats in het spectrum DD', dan wordt dit licht door het prisma P_2 zoodanig afgebogen, dat het de spleet niet treft en niet in de fotocel F kan komen.

Door de beschreven opstelling is bereikt, dat de fotocel alleen licht ontvangt uit een bepaald vakje van het spectrum. Wij zullen nu nagaan, welke fotostroomen tengevolge van deze belichting zijn te verwachten.

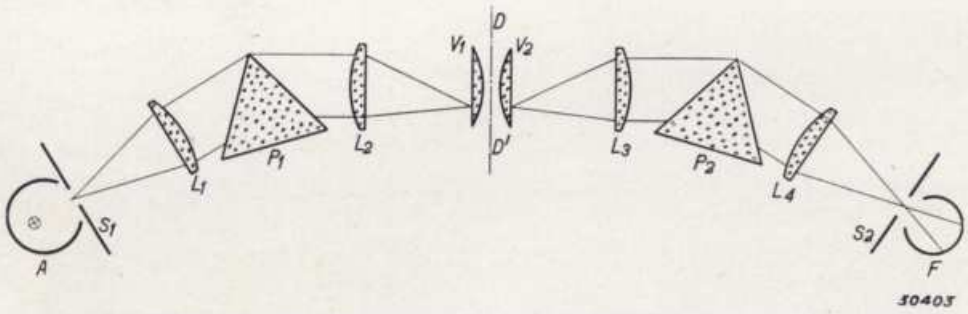

Fig. 2. Opstelling van een spectrometer, die werkt volgens het principe van fig. 1. Om strooilicht tegen te gaan is de opstelling van fig. 1 uitgebreid tot een dubbele monochromator. De lichtbron bevindt zich in een bol volgens Ulbricht A.

invloed van strooilicht, in het bijzonder van strooilicht met ongewenschte golflengten, geheel uit te sluiten. Het is hiertoe gewenscht, een dubbele monochromator te gebruiken, waardoor de reeds kleine lichtstroom nog sterker verminderd wordt. Aan de schatting van de lichtstroom moge een beschrijving van de meetopstelling voorafgaan.

De meetopstelling

In *fig. 2* is de complete meetopstelling schematisch weergegeven. In een Ulbricht-bol A van 50 cm diameter bevindt zich de te onderzoeken lamp. De wand van de bol verlicht de 0,3 mm wijde spleet S_1. Met behulp van de achromatische lenzen L_1 en L_2 en het prisma P wordt een spectrum ontworpen in het vlak DD'. In dit vlak bevindt zich een diafragma, dat een bepaald vakje van het spectrum doorlaat.

De taak van het gedeelte achter dit vlak is nu het strooilicht tegen te houden. Het vlak DD' bevindt zich tusschen twee lenzen V_1 en V_2, welke de lens L_2 op de lens L_3 afbeelden, zoodat elke lichtstraal, welke de lens L_2 verlaat, ook door de lens L_3 gaat.

De gang van de lichtstralen is nu voor alle on-

De beschikbare lichtstroom in een vakje

De totale lichtstroom, welke het toestel doorloopt, bedraagt

$$\Phi = K \cdot \pi \cdot B \cdot O \cdot \sin^2 {}^1/_2\,\varphi \text{ lumen,} \quad (1)$$

waarin φ de openingshoek van de monochromator,
O het oppervlak van de beginspleet,
B de helderheid van de beginspleet,
K de verliesfactor voorstelt.

De lichtsterkte van de spectrograaf is bepaald door de relatieve opening van de lens L_1. Deze bedraagt in ons geval 1 : 3,5 (dwz. ${}^1/_2\,\varphi = 8°$), hetgeen als een hooge waarde is te beschouwen. De spleet wordt op het vlak DD' in natuurlijke grootte afgebeeld; in dat vlak ontstaat een spectrum, waarvan de totale breedte ongeveer 15 mm bedraagt, zoodat ieder vakje 1,5 tot 2 mm lang is. Willen de golflengte-gebieden eenigszins nauwkeurig gedefinieerd zijn, dan moet de wijdte van de beginspleet voldoende klein zijn, vergeleken met deze 1,5 mm. De hoogte van de spleet wordt begrensd door het optreden van afbeeldingsfouten voor objectpunten buiten de as. Wij kozen een wijdte van 0,3 mm en

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

een hoogte van 17 mm, zoodat het oppervlak gelijk was aan $O = 0{,}051$ cm².

Wanneer men de lichtstroom van kleine lampen wil kunnen onderzoeken met behulp van een bol volgens Ulbricht is het gewenscht, met een kleine helderheid in het vlak van de spleet, bijv. $B = 0{,}1$ K/cm² te kunnen werken.

De verliesfactor K is zeer aanzienlijk, omdat het licht negen glaslichamen moet passeeren (zes lenzen, twee prisma's en het venster DD', aangezien het diafragma in dit vlak langs een fotografische weg op glas is aangebracht). Het verlies in de glaslichamen wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door reflectie. De gemiddelde doorlating van ieder glaslichaam bedraagt ongeveer 90%, zoodat de totale doorlating

$$K = 0{,}9^9 = 40\%$$

zal bedragen.

Voor de lichtstroom Φ vindt men nu volgens verg. (1):

$$\Phi = 0{,}4\,\pi \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}051 \cdot \sin^2 8^\circ = 1{,}25 \cdot 10^{-4} \text{ lumen.}$$

Van deze lichtstroom bevindt zich slechts een zeer klein gedeelte in het blauwe vakje van 4000 - 4200 Å. Bij het zonlicht is dit gedeelte ongeveer 0,01%; bij vele kunstmatige lichtbronnen, die meestal minder blauw bevatten zal het gehalte aan blauwe straling nog tienmaal kleiner zijn.

Wil men deze hoeveelheid blauwe straling van 0,001% met een nauwkeurigheid van 5% kunnen meten, dan moet men verschillen in lichtstroom van $0{,}6 \cdot 10^{-10}$ lumen kunnen aantoonen.

Als fotocel werd een vacuumcel gekozen met kalium als fotogevoelig materiaal. Deze cellen zijn zeer constant en hebben bij het licht van een gloeilamp een gevoeligheid van 40 μA/lumen. In het eerste blauwe vakje is de gevoeligheid ongeveer een factor 100 grooter. Wanneer we deze cel gebruiken en lichtverschillen van 10^{-10} lumen willen aantoonen, dan moeten wij in staat zijn om een stroomverschil van ongeveer 10^{-13} A te meten.

Hoe meet men dergelijke zwakke fotostroomen?

De zeer zwakke fotostroom kan zeer goed worden gemeten door de lading van een condensator met behulp van deze stroom te veranderen en de verandering van de spanning tusschen de platen van de condensator te meten met behulp van een electrostatische methode. Dit kan bijv. geschieden met behulp van een zg. electrometer-triode, d.i. een triode, waarvan het stuurrooster zeer zorgvuldig is geïsoleerd ten opzichte van de andere electroden.

In *fig. 3* is de schakeling weergegeven, die voor het meten van de fotostroom werd toegepast. De fotostroom vloeit van de fotocel F naar het bekleedsel *1* van de condensator C. Met ditzelfde bekleedsel is verbonden het rooster van de electrometer-triode T (type 4060).

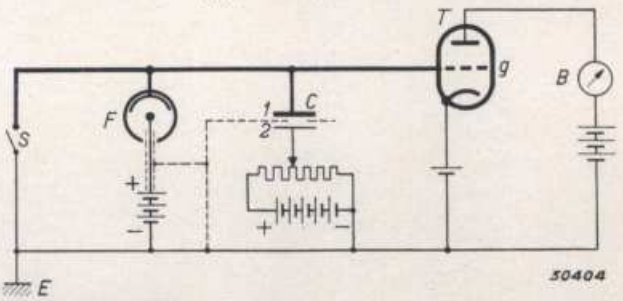

Fig. 3. Schakeling voor het meten van de fotostroom. De fotostroom uit de cel F verandert de lading van de condensator C en dientengevolge de spanning aan het rooster g van de electrometertriode T. Men houdt nu deze spanning constant door tijdens het loopen van de fotostroom de potentiometer zoodanig te verschuiven, dat de anodestroom (instrument B) constant blijft. De tijd t, waarin de spanning aan de potentiometer met een bepaalde waarde V verandert, is een maat voor de fotostroom i, nl. $i = CV/t$.

Wanneer de spanning van dit rooster verandert, verandert ook de anodestroom, die op de microamperemeter B afgelezen kan worden.

De andere plaat van de condensator is verbonden met een potentiometer. Door het contact van de potentiometer naar rechts te verschuiven, kan men de roosterspanning van de triode, die aan het begin van de meting ongeveer 1 V negatief is, sterker negatief maken. Op deze wijze kan men de toename van de roosterspanning, die tengevolge van de fotostroom optreedt, continu compenseeren, hetgeen tot uiting komt in het constant blijven van de anodestroom.

Men begint de meting met de schakelaar S te openen. Het rooster heeft dus aan het begin van de meting de potentiaal van de aardklem E en wordt tijdens het meten door verschuiven van de potentiometer op deze spanning gehouden. Men meet nu de tijd, waarin de spanning aan de potentiometer met een bepaalde waarde V veranderd moet worden. Is C de capaciteit van de condensator en t de gemeten tijdsduur, dan bedraagt de fotostroom

$$i = C\,V/t.$$

Kiezen we de te compenseeren spanning $V = 1$ V en is de capaciteit $C = 100$ μμF, dan bedraagt bij een stroomsterkte van 10^{-12} A de laadtijd 100 seconden. Aangezien men deze laadtijd gemakkelijk met een nauwkeurigheid van 1 sec reproduceerbaar meet, bedraagt de meetnauwkeurigheid 10^{-14} A, wat dus ruim voldoende is. Maakt men de capaciteit C kleiner, dan wordt de gevoeligheid nog grooter. De grens is gegeven door de onregelmatigheid van de steeds aanwezige roosterstroom en ligt bij ongeveer 10^{-17} A.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Om deze groote nauwkeurigheid te bereiken, zijn verschillende voorzorgsmaatregelen noodig. Ten eerste moet men uitwendige storingen afschermen door het geheele toestel in een geaarde bus te plaatsen. Verder moet men zorgen, dat de spanning van de batterij van de fotocel zeer goed constant blijft, omdat variaties hiervan via de capaciteit van de fotocel op het systeem kunnen komen. Tenslotte moet men zorgdragen, dat geen lekstroomen kunnen vloeien uit het met dikke lijnen geteekende gedeelte van de schakeling.

Het is een voordeel van de schakeling, dat aan deze laatste eisch bijzonder goed kan worden voldaan. Het voor lekstroomen gevoelige gedeelte van de schakeling blijft tijdens de geheele meting op aardpotentiaal, zoodat men het lekken kan tegengaan, door op gevaarlijke punten schermplaten aan te brengen, die met de aardklem E zijn verbonden. Bovendien wordt de lucht in de metalen bus, waarin het geheel staat, intensief met fosforpentoxyde gedroogd. Slechts drie onderdeelen eischen dan een zeer hooge isolatie: de kathode van de fotocel tegen de anode, de plaat van de condensator tegen de andere plaat en het rooster van de electrometer triode tegen de anode. Bij de fotocel en de triode is het isoleerende medium hoogvacuum; het bleek gewenscht ook de condensator in vacuum te plaatsen om lekstroomen tengevolge van de steeds aanwezige geïoniseerde lucht tusschen de platen tegen te gaan.

De ijking van de fotometer

Het toestel werd geijkt door vóór de spleet S_1 een wolfraambandlamp met bekende spectrale lichtverdeeling te plaatsen en een smalle spleet stap voor stap door het spectrum DD' te schuiven. Op deze wijze werd gemeten, hoe sterk de fotostroom voor iedere golflengte was. Deze kromme stemt niet overeen met de spectrale lichtverdeelingskromme van de lamp, omdat de gevoeligheid van de fotocel op een geheel andere wijze van de golflengte afhangt (nl. veel langzamer met de golflengte verandert) dan de gevoeligheid van het oog, die we ons gegeven denken door de internationale ooggevoeligheidskromme.

Willen we, dat de fotostroom direct een maat is voor de lichtstroom, dan kunnen we dit bereiken door de hoogte van de opening in het scherm DD' ter plaatse van iedere golflengte zoodanig te kiezen, dat bij gelijke stralingsintensiteit de fotostroom van de doorgelaten straling voor iedere golflengte evenredig is met de ooggevoeligheid voor de betreffende golflengte.

De evenredigheidsfactor behoeft niet door het geheele spectrum constant te zijn, maar kan afzonderlijk worden gekozen voor ieder van de acht vakjes. Dit heeft het voordeel, dat we in de blauwe vakjes, hoewel de ooggevoeligheid in deze vakjes zeer laag is, toch behoorlijk groote fotostroomen kunnen verkrijgen om de zwakke lichthoeveelheden in het blauw met voldoende nauwkeurigheid te meten. Bij de berekening van de fotostroom werd hiermede rekening gehouden door de gevoeligheid van de fotocel voor het blauwe vakje 100 maal grooter aan te nemen dan voor gloeilampenlicht, waarbij het grootste gedeelte van de lichtstroom in de vakjes 5 en 6 is gelegen.

De vervaardiging van de vakjes

De vorm van de vakjes, die door de boven beschreven ijking werd bepaald, is in *fig. 4* weergegeven. In het midden van het spectraalgebied (vakjes 5 en 6), waar de gevoeligheid van de cel ongeveer hetzelfde verloop vertoont als de ooggevoeligheid, is de hoogte van de vakjes vrijwel constant maar bij de roode en de blauwe vakjes zijn de randen sterk hellend, omdat in deze vakjes met toenemende resp. afnemende golflengte de ooggevoeligheid veel sterker afneemt dan de celgevoeligheid. De golflengtegrenzen van de vakjes zijn gekromd, omdat ook de spectraallijnen in de spectrograaf gekromd zijn.

30406

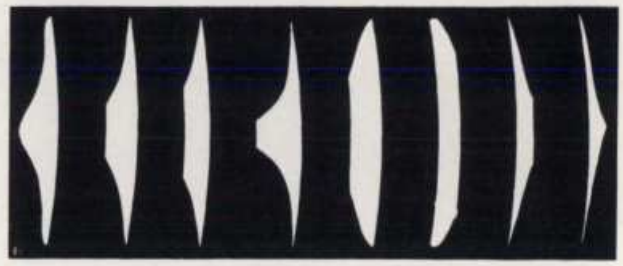

Fig. 4. Vorm van de vakjes, die de acht golflengte-gebieden van het spectrum moeten doorlaten.

Van de berekende vorm van de vakjes werd een tienvoudig vergroote figuur geteekend. Deze werd tienmaal verkleind op een plaat gefotografeerd en van het zoo verkregen negatief werd op een tweede plaat een positieve afdruk gemaakt. Bij de keuze van de plaatsoort en van de ontwikkelaar werd zorg gedragen voor een fijne korrel en een groote hardheid. Hierdoor werd verkregen, dat het doorzichtige gebied van het vakje volkomen helder was: ook onder een microscoop waren geen korrels waar te nemen. Deze afdrukjes werden in metalen schuiven gemonteerd en doen direct dienst als diafragma's voor de betreffende vakjes.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Om de vakjes nauwkeurig ten opzichte van het spectrum te kunnen instellen werd in ieder vakje een klein stipje aangebracht op een plaats, waar bij juiste instelling een bekende spectraallijn (bijv. van kwikdamp of helium) moest komen te liggen. De instelling kon nu worden gecontroleerd, door het vakje en het daarop geprojecteerde spectrum met een loupe te bekijken. Door middel van een stelschroefje werd het vakje op de juiste plaats gebracht.

Bij de berekening van de vorm der vakjes moet nog op het volgende gelet worden. Indien men voor een bepaalde golflengte de lichtstroom een factor $^1/_2$ moet verzwakken, is het niet voldoende om de hoogte van de spleet op de helft te verkleinen. Ook al is de verlichting over de hoogte van de beginspleet volkomen gelijkmatig, dan is dit nog niet het geval voor de hoogte van het spectrum. Dit komt door het vignetteeren van de lenzen L_1 en L_2 (zie *fig. 5*). Aangezien zich tusschen deze lenzen een prisma bevindt, staan deze lenzen op een afstand van ongeveer 8 cm van elkaar. De lichtkegel, welke uit het midden R van de spleet S_1 door de lens L_1 gaat, stroomt in zijn geheel ook door L_2, maar de bundel die vanuit het randpunt S door L_1 gaat, wordt slechts voor een gedeelte door L_2 opgevangen. Het

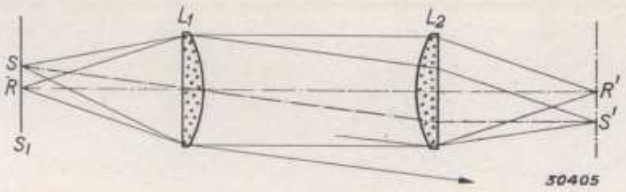

Fig. 5. Afbeelding van de beginspleet S_1 op het scherm DD' (zie fig. 2). Het midden R van de spleet wordt met een grootere intensiteit op het scherm afgebeeld dan het bovenste of onderste uiteinde (S), omdat bij afbeelding van de uiteinden een vignetteering van de bundel optreedt.

gevolg hiervan is, dat de boven- en onderrand van het spectrum zwakker verlicht zijn dan het midden. Dit verloop werd experimenteel bepaald (zie *fig. 6*) en bij de bepaling van de vorm der vakjes in rekening gebracht.

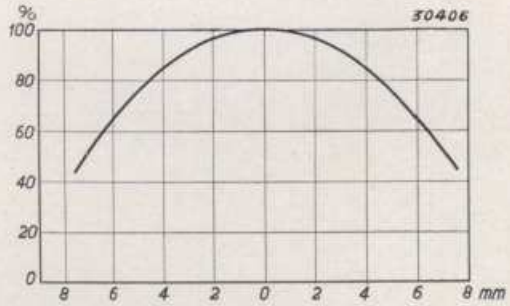

Fig. 6. Verloop van de intensiteit als functie van de hoogte in een spectraallijn, indien de beginspleet gelijkmatig wordt verlicht.

Contrôle van de fotometer

De *uitkomsten van de fotometer* werden gecontroleerd door drie standaard-lichtbronnen te onderzoeken, waarvan de spectrale verdeelingen bekend zijn. Deze lichtbronnen bestaan uit een gloeilamp van 2848 °K kleurtemperatuur, waar verschillende vloeistoffilters worden voorgezet. Men krijgt dan lichtbronnen welke, wat kleur betreft, overeenkomen: *A* met een normale gasgevulde wolfraam gloeidraadlamp, *B* met zonlicht (kleurtemp. 4800°) en *C* met gemiddeld daglicht (kleurtemp. 6500°).

Van deze lichtbronnen wordt de lichtstroom in de acht vakjes gemeten en bovendien uit de bekende spectrale lichtverdeeling berekend. De gemeten waarden en de berekende waarden zijn in *tabel I* aangegeven en vertoonen een bevredigende overeenkomst.

Tabel I

Relatieve lichtstroom (% van de totale lichtstroom) die in verschillende vakjes van het spectrum wordt uitgestraald door verschillende standaard lichtbronnen.

Golflengte-grenzen van de vakjes (Å)		4000	4200	4400	4600	5100	5600	6100	6600	7200
Sterke kwiklijnen in vakjes		4047	4358			5461	5780			
Nummer van het vakje		1	2	3	4	5	6	7	8	
Kleur		Violet	Blauw		Blauw/Groen	Groen	Geel/Oranje	Rood		
Standaard A	berekend	0,005	0,06	0,25	5,4	33,5	42,7	16,6	1,54	
	gemeten	0,006	0,06	0,25	5,1	34,3	42,8	16,1	1,42	
Standaard B	berekend	0,016	0,18	0,64	9,2	39,3	38,2	11,6	0,91	
	gemeten	0,018	0,19	0,72	9,3	40,5	37,4	11,0	0,86	
Standaard C	berekend	0,025	0,26	0,91	11,1	40,8	36,2	9,9	0,73	
	gemeten	0,029	0,29	1,04	11,4	42,1	35,4	9,2	0,70	

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Tabel II

Relatieve lichtstroom, die in verschillende vakjes van het spectrum wordt uitgestraald door verschillende lichtbronnen en natuurlijke lichtsoorten.

Grenzen van vakjes (Å)	4000	4200	4400	4600	5100	5600	6100	6600	7200
Nummer van het vakje	1	2	3	4	5	6	7	8	
„Bi-Arlita"Wolfraamlamp	0,005	0,05	0,23	5,3	32,7	42,2	17,7	1,8	
Zonlicht-wolfraamlamp	0,009	0,09	0,40	7,6	39,6	39,5	11,7	1,0	
Zonlicht	0,016	0,18	0,64	9,2	39,3	38,2	11,6	0,9	
Gemiddeld daglicht	0,025	0,26	0,91	11,1	40,8	36,2	10,0	0,7	
HP 300 (kwiklamp)	0,017	0,83	0,09	0,92	51,5	45,8	0,7	0,06	
HPL 300 (met fluorescentie)	0,007	0,23	0,15	1,57	46,4	47,3	4,1	0,29	
Lagedruk kwikbuis	0,05	3,1	—	1,0	75,5	20,3	—	—	
Idem met fluorescentie	0,003	0,27	0,03	1,0	33,7	48,7	15,8	0,58	
Idem ander type	0,006	0,33	0,20	4,2	38,5	43,1	13,4	0,61	

Een contrôle van de *ligging der vakjes* is mogelijk, door het licht, dat uit de laatste spleet treedt, met een spectroscoop te bekijken. In *fig. 7* zijn de spectra weergegeven, die werden verkregen door het spectrum van de gloeilamp in de acht vakjes te fotografeeren. Men ziet, hoe de acht doorlaatgebieden aan elkaar sluiten van 4200 tot 7200 Å.

Bijzondere zorg is noodig bij het fotometreeren van lijnspectra. Indien een lijn op een plaats in een vakje valt, waar de hoogte van het doorgelaten deel van de spectraallijn sterk met de golflengte verandert, dan kan een kleine onnauwkeurigheid in de plaats van het diafragma een sterke invloed uitoefenen. Daarom werd voor de in de practijk meest belangrijke spectraallijnen, nl. die van de kwiklamp, de aanpassing van de fotometer aan de internationale ooggevoeligheidskromme speciaal gecontroleerd. Dit was mogelijk door de energieverdeeling in het spectrum van een kwiklamp met behulp van een thermozuil te bepalen.

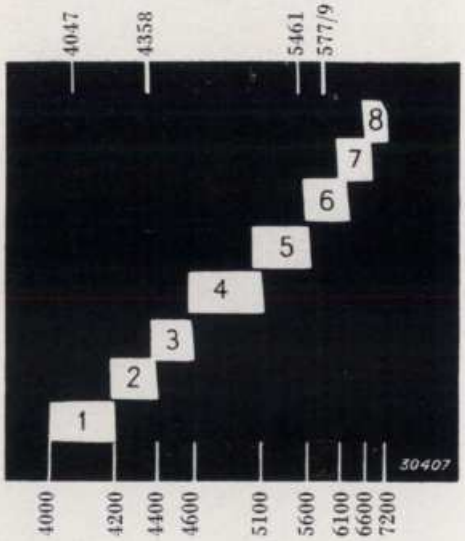

Fig. 7. Spectrum van het licht, dat door de acht vakjes van de spectrometer wordt uitgezeefd.

Enkele voorbeelden van toepassingen

De meest belangrijke toepassing is de beoordeeling van de kleurweergave van witte lichtbronnen. Wij kunnen hiervoor verwijzen naar de in noot 1 aangehaalde artikelen. In *tabel II* zijn de resultaten van metingen aan enkele lampen en natuurlijke lichtbronnen opgegeven.

De bovenste regels laten zien, hoe het gloeilampenlicht afwijkt van het zonlicht door het te veel aan rood en het te weinig aan blauw, en hoe dit verschil door toepassing van een geschikt filter (zonlichtlamp) voor een belangrijk deel gecompenseerd kan worden. Uit de verdere regels ziet men, dat de kwiklamp sterk afwijkt van het daglicht door een te veel aan violet en een gebrek aan rood; deze afwijking is bij de lage druk kwikbuis belangrijk grooter dan bij de hooge druk kwikbuis (HP 300). De laatste regels laten zien, hoe het door toepassing van fluoresceerende stoffen mogelijk is, met behulp van een ontlading in kwikdamp een lichtbron te verkrijgen, die, wat zijn spectrale samenstelling betreft, tusschen de gloeilamp en het daglicht in ligt.

Een geheel andere groep van toepassingen is het in getallen vastleggen van de tint van gekleurde voorwerpen bij een bepaalde verlichting. Wanneer een oppervlak, waarvan het reflectievermogen als functie van de golflengte bekend is, wordt bestraald met licht van bekende spectrale samenstelling, dan kan men de kleur van het oppervlak aangeven door de daarbij behoorende coördinaten in de kleurendriehoek te berekenen. Een andere vastlegging, die aanschouwelijker is, verkrijgt men door de domineerende golflengte en de verzadiging te berekenen [2]).

[2]) Over de berekening van kleurcoördinaten, domineerende golflengte en verzadiging zie: P. J. Bouma, Philips techn. T. **1**, 282, 1936; **2**, 39, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Tabel III

Kleur van de huid en van eikenhout bij verlichting met verschillende soorten licht.

Lichtbron	Huidskleur (handpalm)		Eikenhout (gebeitst)	
	Golflengte (Å)	Verzadiging (%)	Golflengte (Å)	Verzadiging (%)
Gloeilamp	5890	70	5870	72
Daglicht	5860	22	5860	26
Kwiklamp met fluorescentie	5710	72	5710	70
Kwiklamp	5500	24	5500	20

Wanneer het reflectievermogen van het oppervlak binnen één vakje als constant is te beschouwen, dan is het voldoende om in plaats van het geheele spectrale verloop van de reflectie de reflectie in de acht vakjes aan te geven. Kent men bovendien van de lichtbron de lichtstroom in de acht vakjes, dan wordt op deze wijze een aanzienlijke besparing aan meet- en rekenwerk bereikt.

Als voorbeeld geven we in *tabel III* de op deze wijze berekende domineerende golflengte en de verzadiging voor de kleur van de menschelijke huid en voor de kleur van eikenhout bij bestraling met verschillende lichtbronnen. Men ziet, dat de huid, welke overdag een geelachtige tint heeft (golflengte 5860 Å) bij gloeilampenlicht niet veel van tint verandert (5890 Å) maar dieper van kleur wordt. Onder de kwiklamp is de kleur van lage verzadiging, nl. een groenachtig-wit. Door toepassing van fluoresceerende buizen verschuift de domineerende golflengte naar het rood; de verzadiging neemt bovendien sterk toe van 24% op 72%.

De kleur van eikenhout komt vrijwel overeen met die van de menschelijke huid. Dit werd ook bij directe waarneming geconstateerd, wanneer beide zoo sterk werden verlicht, dat zij dezelfde helderheid vertoonden.

Het is duidelijk, dat men op deze wijze ook de kleurweergave bij gelijktijdige verlichting met verschillende lichtbronnen, dus bij gebruik van menglicht, kan berekenen. Dit kan van belang zijn in gevallen, waar de weergave van een bepaalde kleur, bijv. die van meubels of die van het menschelijk gelaat, van bijzondere beteekenis is voor de waarde van de verlichting.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN WAGEN VOOR GELUIDSOPNAME VOLGENS HET PHILIPS-MILLER-SYSTEEM

681.84.081

Een wagen voor het vervaardigen van geluidsopnamen wordt beschreven, waarin het geluid wordt geregistreerd volgens het reeds eerder in dit tijdschrift behandelde Philips-Miller-systeem[1]). Nader wordt besproken, waarom dit systeem in het algemeen, en vooral in het bijzonder voor het gebruik in een rijdende installatie, voor het opnemen van geluid voordeelen biedt boven registratie volgens de tot nu toe in gebruik zijnde systemen.

Zoowel voor het vervaardigen van geluidsopnamen van concerten, opera's, tooneelstukken en kortom al het programma-materiaal, dat niet voor de microfoon in een studio van de omroeporganisaties wordt voortgebracht, als voor het verzorgen van radioreportages kan een rijdbare installatie voor geluidsopname goede diensten bewijzen, daar deze zelfs tijdens het opnemen niet aan een bepaalde plaats gebonden behoeft te zijn. Bij het construeeren van een dergelijke wagen, waarin het geluid volgens het Philips-Miller-systeem wordt geregistreerd [1]), hebben wij ons dan ook ten doel gesteld een installatie te vervaardigen, die geschikt is voor het registreeren van een concertprogramma, dat de hoogste technische eischen stelt, of van een radioreportage op zoodanige wijze, dat deze op ieder gewenscht oogenblik en met practisch de oorspronkelijke kwaliteit kan worden uitgezonden in het radioprogramma, zonder dat men hierbij van telefoonlijnen gebruik maakt.

Inrichting van de wagen

Fig. 1 geeft een algemeene indruk van de wagen, waarbij als bijzonderheid aan de carrosserie vooral de glazen koepel opvalt, die voor het verzorgen der radioreportages is aangebracht. Zooals ook op de schetsmatige plattegrond (*fig. 2*) is te zien, bevinden zich achter de bestuurderscabine *B* de naast elkaar gelegen reportagecabine *R*, van waaruit het ooggetuige-verslag wordt gegeven, en de mengruimte *M*, waarin het geluid samenkomt, dat door verschillende buiten de wagen opgestelde microfoons wordt opgevangen, teneinde op de gewenschte wijze gemengd te worden met het door den verslaggever gesprokene. Het achterstuk van de wagen wordt geheel ingenomen door de eigenlijke opname-

Fig. 1. Wagen voor geluidsopname volgens het Philips-Miller-systeem.

[1]) Philips techn. T. **1**, 107, 135, 211 en 230, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ruimte *O*, waarin het geluid wordt geregistreerd.

Door de reportagecabine en de mengruimte op een wat hooger niveau onder de glazen koepel

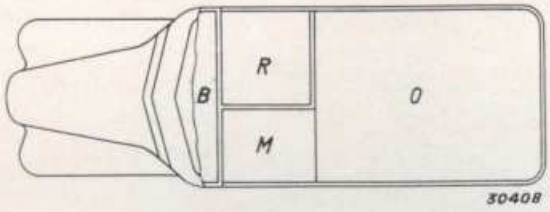

Fig. 2. Schetsmatige plattegrond van de geluidsopnamewagen. *B* bestuurderscabine, *R* reportagecabine, *M* mengruimte en *O* opnameruimte.

(vgl. fig. 1) te plaatsen en bovendien een groot raam in de daartusschen gelegen scheidingswand te maken is er voor gezorgd, dat zoowel de verslaggever als de geluidsmenger zoo vrij mogelijk over de geheele omgeving kunnen uitzien. De reportagecabine bereikt men door een schuifdeur in de achterwand van de bestuurderscabine. De mengruimte staat echter direct in open verbinding met de opnameruimte, waarin de opnamemachines met hun versterkers en verdere hulptoestellen zijn ondergebracht. Door de wagen op deze wijze in te richten is bereikt, dat de geluidsmenger en opnametechnici steeds met elkaar in verbinding staan, terwijl de verslaggever toch altijd vrij in en uit zijn cabine kan gaan, zonder dat hij daarbij de technici hindert.

Tengevolge van de hoogere ligging van de reportagecabine en de mengruimte is daaronder een bergruimte beschikbaar voor de voedingsbatterij, die men noodig heeft, als er geen verbinding met het wisselstroomnet tot stand kan worden gebracht, benevens voor de kabels, die zorgdragen voor de electrische voeding uit het net, zoowel als voor de kabels, waarmee de buiten de wagen opgestelde microfoons verbonden zijn. De batterij staat in het midden van de bergruimte en wordt aan beide zijden geflankeerd door de kabeltrommels. Deze bergruimte kan men aan de beide zijkanten van de wagen bereiken door middel van uitneembare luiken, die van ventilatieroosters zijn voorzien. Bovendien is de batterij te bereiken door luiken in de vloer van de reportagecabine en de mengruimte.

Vindt de geluidsopname plaats in een rumoerige omgeving of dicht bij de geluidsbron, dan is het noodig het geluid, dat van buiten zou kunnen komen, goed af te schermen, teneinde een goede contrôle van de opname mogelijk te maken. Evenzoo moet het geluid, dat afkomstig is van de contrôleluidspreker, die zich in de opnameruimte bevindt, ook weer goed naar buiten zijn afgeschermd. Bij het construeeren der carrosserie is een dergelijke afscherming verkregen door de wanden te bekleeden met een dubbele laag celotex, waartusschen een laag glaswol werd aangebracht. Tevens wordt daardoor in de wagen een goede acoustiek verkregen.

De wagen is gebouwd op een chassis met dubbele achterwielen en een wielbasis van 4 m, voorzien van een motor van 85 PK. De grootste breedte is 2 m en de grootste hoogte bedraagt 3,20 m boven de grond. Het totale gewicht van de wagen is 5 ton. Twee ijzeren balken, die deel uitmaken van de carrosserie, werden onmiddellijk op het chassis gelascht. De geheele installatie werd vervolgens aan deze balken bevestigd, zoodat zij nergens werd verbonden met het houtwerk der carrosserie. Door een dergelijke constructie verkrijgt men een groote stevigheid der geheele installatie.

De dubbele deuren in de achterwand van de auto geven toegang tot de opnameruimte. Deze deuren zijn met opzet smal gemaakt, elk nl. slechts 50 cm breed, zoodat zij in geopende stand niet buiten de zijwand van de wagen uitsteken en hun zwaai beperkt is, waardoor aan parkeerruimte gespaard kan worden.

In de koepel zijn dubbele glazen ramen aan-

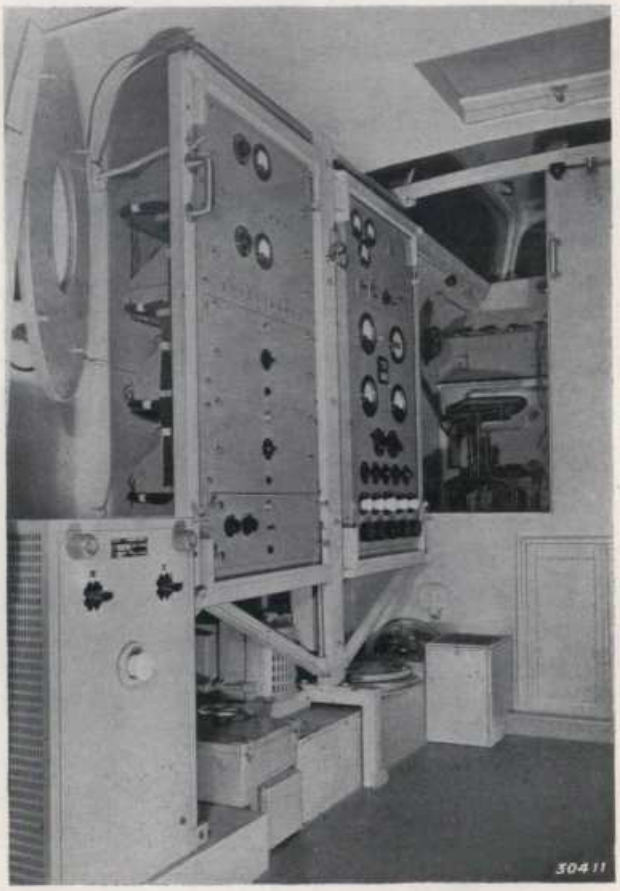

Fig. 3. Overzicht van de linkerzijde der opnameruimte, waarbij men op de achtergrond in de mengruimte kijkt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

gebracht, die van verschillende dikte werden genomen, zoodat zij niet dezelfde resonantiefrequentie hebben en derhalve een betere geluidsisolatie waarborgen. Teneinde een ongewenschte spiegeling van het licht tegen te gaan, worden de beide ruiten van eenzelfde raam niet onderling evenwijdig geplaatst. De ruiten zijn van veiligheidsglas gemaakt, dat wel kan barsten, maar daarbij niet in scherven uiteenvalt.

In de zijwanden der carrosserie werden geen ramen aangebracht, teneinde de nieuwsgierigheid van het publiek niet op te wekken, die het werk der technici kan bemoeilijken. Toch wordt in ruime mate licht verkregen in de opnameruimte door de glazen koepel, die ten deele doorloopt tot boven de opnameruimte, en tevens door de ramen in de achterdeuren. In de reportagecabine en de opnameruimte zijn dakluiken voor de ventilatie aangebracht, die tegelijk ook als nooduitgang dienst kunnen doen.

In *fig. 3* en *4* ziet men resp. de linker- en de rechterhelft van de opnameruimte. Op de achtergrond van fig. 3 is duidelijk te zien, hoe men uit de opname-ruimte in de mengcabine kan komen, terwijl rechts boven in fig. 4 de opnamemachines de aandacht vragen.

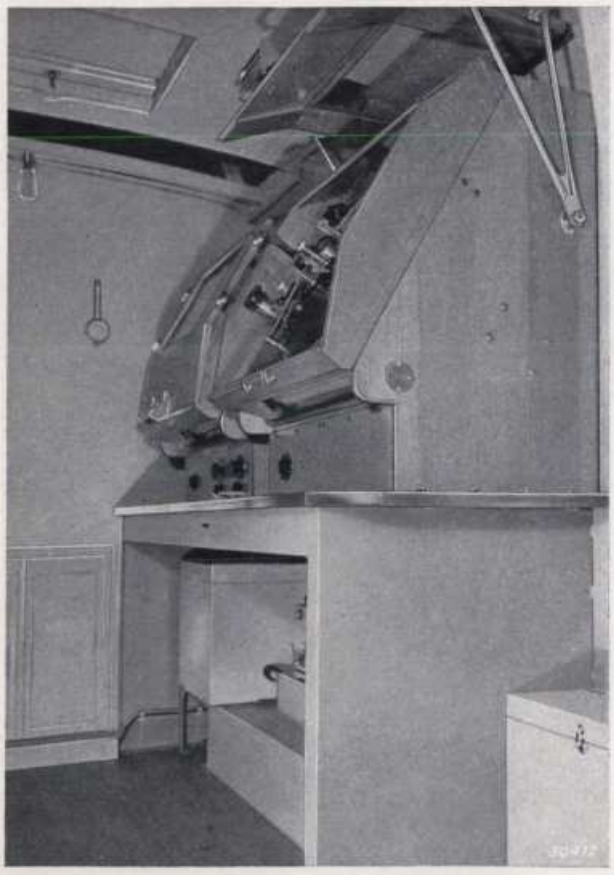

Fig. 4. Overzicht van de rechterzijde der opnameruimte, waarop men duidelijk de beide opnamemachines ziet.

De opnamemachines

Zooals in de reeds aangehaalde serie artikelen in de eerste jaargang van dit tijdschrift nader werd uiteengezet, geschiedt bij het Philips-Miller-systeem de registratie van het geluid, doordat een in het rythme van de geluidsdruk aangedreven beitel een spoor van veranderlijke breedte uitsnijdt in de dunne ondoorzichtige deklaag van een doorzichtige registratieband. De weergave van het geluid geschiedt op dezelfde wijze als bij een langs optische weg vervaardigde geluidsfilm. Deze methode ondervangt dus de bezwaren, die eenerzijds zijn verbonden aan de mechanische weergave van op gramofoonplaten vastgelegd geluid en anderzijds aan de optische registratie op een geluidsfilm. De mechanische registratie op „Philimil"-band heeft als voordeelen boven de optische registratie, dat alle bewerkingen bij daglicht kunnen plaats vinden en dat de geluidsstrook direct voor weergave geschikt is zonder eerst te moeten worden ontwikkeld, terwijl bovendien de registratie der hooge tonen niet wordt beperkt door de grootte van de fotografische korrel. Wat de geluidsweergave betreft, heeft „Philimil"-band het voordeel, dat de kwaliteit van het geluid niet achteruit gaat door lang bewaren van het band of door veelvuldig afspelen, hetgeen bij gramofoonplaten wel het geval is. Van „Philimil"-band kan men derhalve vele goede copieën maken door heropnemen van het bij afspelen voortgebrachte geluid, terwijl het bovendien nog mogelijk is door aaneenlasschen van enkele strooken geluidsband verschillende scènes op willekeurige wijze achter elkaar te voegen tot één geheel (geluidsmontage).

Daar de schrijver, die ontwikkeld werd voor de registratie volgens het Philips-Miller-systeem, robuust is gebouwd en met de stijve montageplaat van de opnamemachine tot een stevig geheel kan worden vereenigd, is het mogelijk een toestel te construeeren, dat ongevoelig is voor schokken, aangezien schokken van het geheel geen bewegingen veroorzaken van de beitel ten opzichte van de geluidsstrook. Terwijl men bij het snijden van gramofoonplaten wel hinder heeft van schokken, aangezien hierbij de snijdruk door de zwaartekracht moet worden geleverd, leent zich het Philips-Miller-systeem uitermate om gebruikt te worden in een wagen, waarmee men geluidsopnamen wil vervaardigen, terwijl men over een hobbelig terrein rijdt.

De beide machines, die in fig. 4 zijn te zien en waarvan er één in *fig. 5* van meer nabij is afgebeeld, dienen zoowel voor opname als voor weergave van

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

het geluid. Bij proeven is gebleken, dat men bij rijden over een hobbelige weg, evenals bij stooten tengevolge van in- en uitstappen en van het dichtslaan van deuren, inderdaad in deze geluidsopnamewagen een rustspoor kan snijden, dat in geen enkel opzicht is te onderscheiden van een rustspoor, dat door een stationnair toestel wordt geleverd. Terwijl het bij het opnemen van gramofoonplaten beslist noodig is, dat deze goed horizontaal liggen, behoeven de Philips-Miller opnamemachines niet waterpas te worden gesteld, zoodat hellingen van het terrein geheel zonder invloed zijn op de bedrijfszetten van de opname-machines zoo weinig mogelijk materiaal en tijd verloren gaat.

Men kan een geluidsprogramma in deze wagen volledig monteeren met dezelfde snelheid, alsof er een speciale montagetafel ter beschikking stond, doordat op een der opname-machines een electrische plakmal is aangebracht. Dit is een inrichting, die door electrisch verhitten de lijmlaag van een pleister (*fig. 6*) versmelt met de gelatine van de tegen elkaar aangelegde eindstukken van het „Philimil"-band, die men aan elkaar wil laten aansluiten.

Fig. 5. Détail van een opnamemachine.

klare toestand van deze geluidsopname wagen.

De opname-machines zijn zoo geconstrueerd, dat men onmiddellijk van de rusttoestand in de opnametoestand kan overgaan en omgekeerd. De motor dezer machines draait nl. steeds door, terwijl het transport van de geluidsstrook door middel van een wrijvingskoppeling wordt bewerkstelligd. Klemt men de strook met een rubbervinger tegen zijn onderlaag, dan kan zij niet worden voortgetrokken, maar wordt de vinger iets teruggezet, dan neemt de wrijvingskoppeling de band onmiddellijk mee. Dezelfde knop, die het bandtransport in- en uitschakelt, stelt tegelijkertijd het snijproces in en buiten werking door de beitel op de geluidsband te brengen, resp. daarvan te verwijderen, zoodat er bij het in en buiten werking

De opname-machines zijn door glazen deksels afgesloten, teneinde vrij van stof te kunnen werken. Op fig. 4 is van een der machines dit deksel geopend. Links daaronder ziet men een geluiddempende kist, waarin zich de luchtafzuiginrichting bevindt, die zorgt voor het wegzuigen van de uitgesneden spaan.

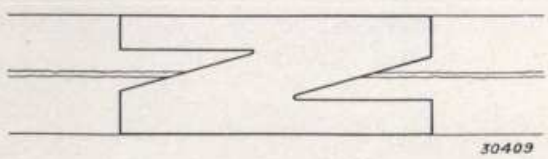

Fig. 6. Het pleister, waarmee twee tegen elkaar gelegde eindstukken van „Philimil"-band met elkaar kunnen worden verbonden, is gemaakt in de vorm van een Z teneinde een geleidelijke, voor het gehoor niet storende, overgang van de eene op de andere geluidsstrook te bewerkstelligen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Mengcabine

In de mengcabine *fig. 7* is een mengversterker ondergebracht, waarmee men de microfoonsignalen mengt en hun sterkte regelt. Hiervoor wordt een normale lijnversterker voor de radio-omroep gebruikt. Deze versterker bezit vier microfooningangen, waarvan er twee voorzien zijn van filters. Behalve de hoofdregelaar, die het volume van het geluid bepaalt, bevat de versterker een regelaar, waarmee men continu kan overschakelen van het microfoonsignaal op dat van het weer te geven „Philimil"-band. Dit is gewenscht, indien men onmiddellijk, nadat de opname is geëindigd, het geregistreerde met commentaar van de verslaggever of omroeper wil uitzenden; met behulp van een der voor de microfoonverbindingen beschikbare kabels wordt dan de verbinding met het telefoonnet tot stand gebracht. De versterker heeft twee uitgangen, waarvan er een dient voor het aansluiten van deze uitzendkabel, terwijl de andere de opnameversterkers voedt. Door een dergelijke onafhankelijke voeding is vermeden, dat zij elkaar beïnvloeden. De uitgangstrap voor de opnameversterkers bevat een opname-correctiefilter. Voor het controleeren der modulatiediepte is de mengversterker voorzien van een volume-indicateur.

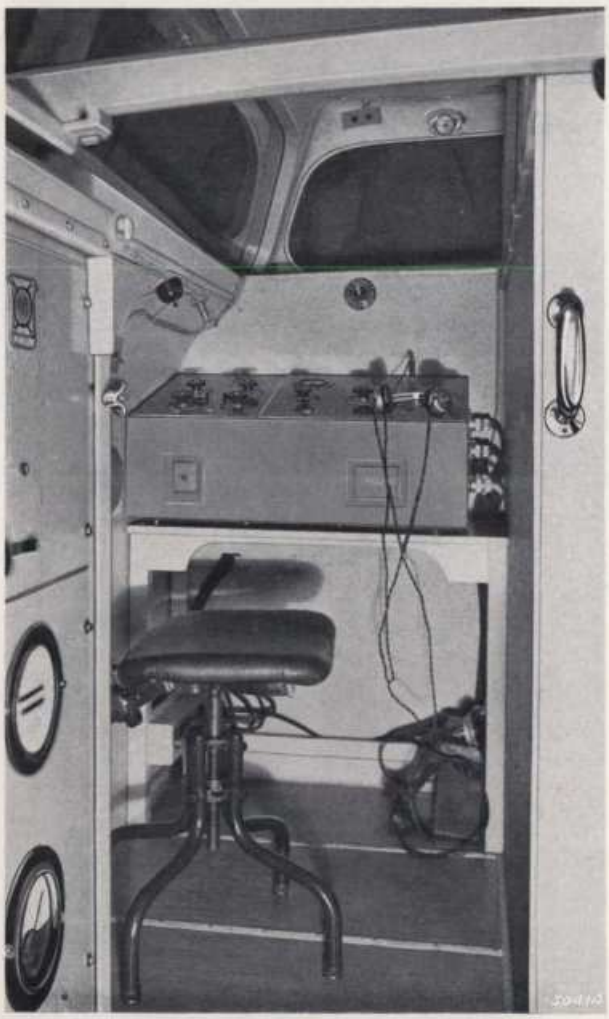

Fig. 7. Overzicht van de mengruimte.

Deze mengversterker wordt geheel door wisselstroom gevoed. Het voedingstoestel is geplaatst in het versterkerrek in de opnameruimte (fig. 3, linkerpaneel, onderaan). Het bevat een kleine toongenerator, die dienst doet voor het instellen van de modulatiemeter en het controleeren van de uitzendlijn. Men heeft de mengversterker en het voedingstoestel zoo gemonteerd, dat zij uit de wagen kunnen worden genomen en desgewenscht opgegesteld in het theater of de concertzaal, waarin men opnamen wil vervaardigen, waarbij men tegelijkertijd het tooneel of het podium moet kunnen zien.

Reportagecabine

In de reportagecabine is voldoende ruimte voor twee personen, zoodat twee ooggetuigen tezamen een reportage kunnen verzorgen en er ook gelegenheid is een vraaggesprek te houden. Door het aanbrengen van een wandbekleeding van celotexplaten, welke gedeeltelijk weer werden bedekt met fineerplaten teneinde de absorptie der hooge tonen niet te groot te maken, is getracht de acoustiek van de reportagecabine zoo goed mogelijk aan te passen aan een zoo groot mogelijke verscheidenheid van hooge en lage stemmen van zeer verschillend timbre. De kwaliteit van het gesproken woord in deze kleine cabine blijkt dan ook niet onder te doen voor die in een behoorlijke spreekstudio.

Versterker- en schakelpaneelen

Het paneel met de opnameversterker ziet men in fig. 3 links afgebeeld en het schakelpaneel rechts. De paneelen zijn in een deurframe gemonteerd, zoodat zij ter inspectie kunnen worden opengedraaid. Dit deurframe is onmiddellijk op het chassis van de wagen bevestigd, de paneelen rusten echter op een aantal stalen veeren.

In het versterkerpaneel (links) zijn de beide balansversterkers voor de geluidsopname onder elkaar aangebracht, waarvan ieder één der beide schrijvers voedt. Daaronder bevinden zich de beide afzonderlijke voedingstoestellen, terwijl het onderste vak van het linkerpaneel wordt ingenomen door het uitneembare voedingstoestel voor de mengversterker.

Het schakelpaneel (rechts) draagt meetinstrumenten en schakelaars voor het voeden uit een wisselstroomnet, waarop de wagen door middel van

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

een voedingskabel kan worden aangesloten. Dit rechter paneel bevat een voltmeter, een frequentiemeter en een ampere-uurmeter. Verder ziet men een aantal schakelaars, waarmee afzonderlijke gedeelten der apparatuur ingeschakeld kunnen worden. Daaronder komt een rij smeltveiligheden en tenslotte een rij stopcontacten, waaraan men naar keuze verschillende hulpinstrumenten kan verbinden, zooals bijv. een soldeerbout.

De luidspreker-versterker met bijbehoorende contrôle-schakelaars en volumeregelaar is ook in het schakelpaneel ondergebracht. Hij kan naar keuze worden aangesloten op het signaal van de mengversterker, of van ieder der beide weergavemachines, of op de uitgangssignalen der beide opnameversterkers. Men is dus zoo in de gelegenheid bij een eventueele onderbreking van het signaal direct de fout te localiseeren. De luidsprekerversterker kan verder ook nog worden aangesloten op het ingebouwde autoradio-ontvangtoestel indien men bijv. in samenwerking met een omroepstation in de opnamewagen geluid opneemt of uitzendt.

Kan men niet gemakkelijk een verbinding met het wisselstroomnet tot stand brengen, dan is het mogelijk de geheele installatie te voeden met de reeds eerder genoemde accubatterij van 40 volt en 270 ampere-uren onder tusschenschakeling van een motorgenerator, die een wisselspanning levert van 28 V, die op de normale netspanning van 220 V wordt getransformeerd, waarmee de geheele installatie gevoed wordt. Er zijn meetinstrumenten aangebracht om de spanning van deze voedingsbatterij te meten benevens de laad- en ontlaadstroom.

Links op de voorgrond van fig. 3 ziet men de gelijkrichter voor het laden der voedingsbatterij. Is de batterij tot het normale aantal ampere-uren geladen, dan wordt de gelijkrichter automatisch weer uitgeschakeld. Van de ampere-uurmeter, wiens wijzer aangeeft, hoeveel ampere-uren men nog ter beschikking heeft, is, teneinde bij het laden van de batterij steeds oververzadiging te bereiken, het telmechanisme zoodanig ingericht, dat hij slechts het $^3/_4$ gedeelte aanwijst van het tijdens het laden in de batterij gebrachte aantal ampere-uren, terwijl hij de uit de batterij verbruikte ampere-uren ten volle aangeeft. De verlichting van de geluidsopname wagen is onmiddellijk op deze voedingsbatterij aangesloten.

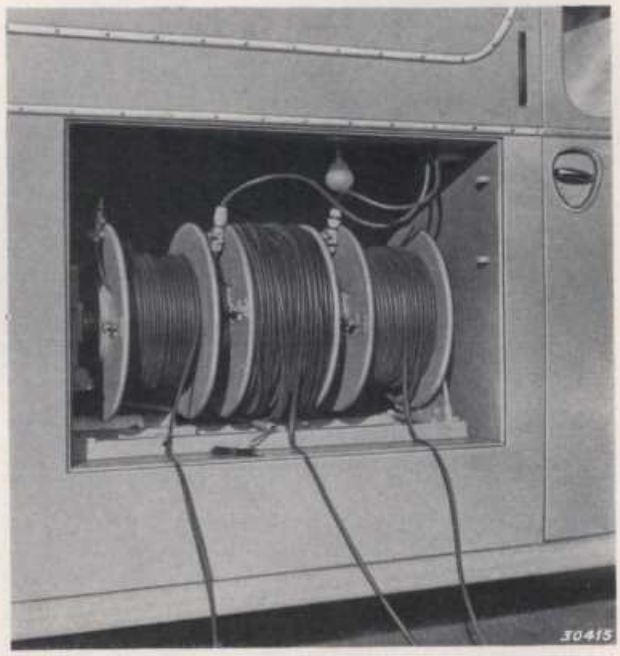

Fig. 8. De kabelspoelen bevinden zich, op een gemeenschappelijke as gemonteerd, in de bergruimte onder de reportagecabine en de mengruimte.

De verschillende kabels voor de electrische voeding en voor de microfoonverbindingen zijn gewonden op kabelspoelen, die men op *fig. 8* ziet afgebeeld. Deze zijn op een gemeenschappelijke as gemonteerd, die door tusschenkomst van een wormkast door een electromotor wordt aangedreven. Zooals men op de foto kan zien, draagt elk der kabeltrommels een grendel, waarmee hij op de as wordt bevestigd. Op iedere spoel kan 200 m afgeschermde kabel geborgen worden, terwijl vijf van zulke kabelspoelen in de wagen aanwezig zijn en het mogelijk is de kabels achter elkaar te schakelen.

Bewerkt door M. J. C. van der Meulen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

NIET-LINEAIRE VERVORMING IN GEPUPINISEERDE KABELS

door G. J. LEVENBACH en H. van de WEG. 621.396.813 : 621.315.054.3

Bij draaggolftelefonie volgens het 1+1-systeem (eventueel ook bij meerdere kanalen) worden, evenals in de gewone laagfrequenttelefonie, Pupinspoelen met magnetische kernen gebruikt. De niet-lineaire vervorming, die hierdoor ontstaat, kan bij draaggolftelefonie in hoogere mate storend werken dan in de laagfrequenttelefonie, wegens de intermodulatie tusschen verschillende kanalen. Na een theoretische beschouwing over de vervorming, die in een gepupiniseerde kabel ontstaat in het geval van een enkele frequentie, worden hier verschillende vervormingsmetingen, speciaal ook bij spraak, beschreven, die verricht zijn aan een kunstkabel.

In een vorig artikel [1]) is uiteengezet, dat men voor het inrichten van een draaggolftelefonieverbinding een kabel noodig heeft met voldoend hooge grensfrequentie, hetgeen beteekent, dat men een pupiniseering met spoelen van voldoend kleine zelfinductie moet toepassen. In *tabel I* zijn de grens-

Tabel I

Grensfrequentie en pupiniseering bij verschillende telefoniesystemen (sectielengte tusschen twee spoelen = 1.83 km).

Systeem	Grensfrequentie (kHz)	Zelfinductie der spoelen (mH)
Laagfrequenttelefonie	3	177
1+1-systeem	8	22
1+4-systeem	21	2,8

frequentie en de gebruikelijke zelfinductie der spoelen voor drie gevallen aangegeven: de gewone laagfrequenttelefonie, het 1+1-kanaal-systeem, waarbij boven het laagfrequente spreekkanaal nog één draaggolfkanaal wordt gebruikt, en het 1+4-kanaal-systeem, waarbij behalve het laagfrequentkanaal 4 draaggolfkanalen worden toegepast.

De kleine waarde van de zelfinductie voor het laatstgenoemde geval kan men heel goed verkrijgen met luchtspoelen. Voor de spoelen met groote zelfinductie echter, die in laagfrequenttelefoniekabels worden gebruikt, en ook voor de 22 mH-spoelen van het 1+1-systeem, komen uitsluitend spoelen met kernen van magnetisch materiaal in aanmerking. Luchtspoelen voor deze zelfinductie zouden (bij dezelfde waarde van de Ohmsche weerstand) zeer groote afmetingen krijgen; dit zou ernstige bezwaren opleveren bij het onderbrengen van de pupinspoelen in spoelkasten, daar de kabels, vooral bij laagfrequenttelefonie, meestal een vrij groot aantal aders op een traject bevatten. Bovendien is de spreiding der krachtlijnen bij luchtspoelen zoo groot, dat het overspreken tusschen verschillende aders niet zoo gemakkelijk binnen de perken te houden is.

Aan het gebruik van kernen met magnetisch materiaal is inhaerent het optreden van een niet-lineaire vervorming in de spoelen, tengevolge van het niet-lineaire verband tusschen de magnetische inductie en de veldsterkte. In de laagfrequenttelefonie speelt de niet-lineaire vervorming in de Pupinspoelen geen rol, daar zij veel kleiner is dan die, welke door de microfoons wordt veroorzaakt. Bovendien zijn de als vervormingsproducten ontstane harmonischen en combinatietonen uit den aard der zaak niet onafhankelijk van het loopende gesprek, kunnen dus hoogstens de spraak eenigszins vervormen, echter niet opvallen als een apart geruisch. Anders is de zaak bij overdracht van meer dan één frequentieband via éénzelfde ader, zooals bijv. in het 1+1-systeem. Een gedeelte der vervormingsproducten van de spoelen komt hier in de naburige frequentieband terecht, waar zij een onverstaanbaar geruisch vormen, dat storend kan werken op de verstaanbaarheid van het gesprek.

Aangezien dus de draaggolftelefonie gevoeliger is voor de niet-lineaire vervorming in de Pupinspoelen dan de laagfrequenttelefonie, was het gewenscht het effect van deze vervorming nader te onderzoeken. Hiervoor werd uitgekozen het 1+1-kanaalsysteem, daar dit het eenvoudigst is te overzien. In het volgende willen we, na eenige theoretische beschouwingen, verschillende metingen beschrijven, die met dit doel zijn verricht aan een kunstkabel.

Totale vervorming in een gepupiniseerde kabel

De vervorming in een spoel tengevolge van het niet-lineaire verband tusschen inductie en veldsterkte is reeds eerder in dit tijdschrift behandeld [2]). We willen hier de voor ons belangrijke resultaten aanhalen. Stuurt men door een Pupinspoel een stroom $I = I_1 \cos \omega t$, dan wordt de magnetische veldsterkte gegeven door $H = H_1 \cos \omega t$. De in-

[1]) F. de Fremery en G. J. Levenbach, Draaggolftelefonie op gepupiniseerde kabels, Philips techn. T. 4, 21, 1939.

[2]) J. W. L. Köhler, Niet-lineaire vervorming van magnetische oorsprong, Philips techn. T. 2, 193, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ductie B is een niet-lineaire functie van H, zoodat in B harmonischen van ω optreden. Bij toenemende H verloopt B anders dan bij afnemende, en door de symmetrie-eigenschappen van de in een volledige periode doorloopen hysteresislus komen alle even harmonischen in B te vervallen. Aangezien de boventonen met toenemende orde snel afnemen, behoeven wij alleen op de laagste aanwezige boventoon, d.i. de derde harmonische te letten. Door Fourieranalyse kan men, met behulp van een eenvoudige analytische voorstelling der hysteresislus, die de ervaring goed weergeeft, de amplitude van de derde harmonische in de inductie berekenen. Hieruit vindt men voor de amplitude van de derde harmonische der EMK, die in de spoel wordt geïnduceerd:

$$E_3 = \frac{3}{5} R_h I_1, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

waarbij R_h de zg. hysteresis-verliesweerstand is. R_h is gegeven door de formule:

$$R_h = K \nu L^{3/2} I_1 . \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Hierin is L de zelfinductie van de spoel, ν de frequentie en K een constante, waarin de geometrische en de materiaaleigenschappen van de spoelkern zijn verwerkt. De 3/2-macht van L ontstaat door het elimineeren van het aantal windingen n, want R_h is evenredig met n^3, L evenredig met n^2. *Volgens (1) en (2) is E_3 evenredig met I_1^2.*

Gaan we nu van de enkele spoel over tot een gepupiniseerde kabel, dan is elke Pupinspoel op te vatten als een generator van derde harmonischen. Tengevolge van de demping van de trilling bij haar voortplanting langs de kabel worden echter de bijdragen der opeenvolgende spoelen tot de vervorming niet alleen absoluut, maar ook relatief hoe langer hoe kleiner; E_3 neemt immers kwadratisch met I_1 af. Hoe groot zal nu de resulteerende vervorming aan het einde van de kabel zijn?

De kabel moge bestaan uit $n-1$ secties zonder zg. aanloopsectie, zoodat dadelijk aan het begin en het eind reeds een Pupinspoel voorkomt, in totaal dus n spoelen. We denken ons de kabel aan weerskanten van de spoel met volgnummer p,

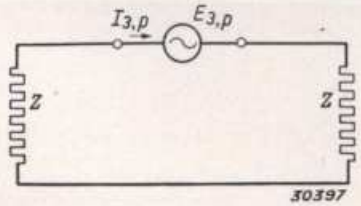

Fig. 1. Elke Pupinspoel (volgnummer p) levert een EMK $E_{3,p}$ van de derde harmonischen, die belast is met $2Z$ (Z = golfweerstand van de kabel).

waar de stroom van de grondfrequentie $I_{1,p}$ bedraagt, doorgesneden en hier de EMK

$$E_{3,p} = F I_{1,p}^2 \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

aangebracht (F is een evenredigheidsfactor). De kabel is aan beide zijden zoodanig afgesloten, dat geen reflecties optreden en de spoel aan weerskanten belast is met de golfweerstand Z van de kabel, zie *fig. 1*. De stroom tengevolge van $E_{3,p}$ in deze sectie wordt:

$$I_{3,p} = \frac{E_{3,p}}{2Z} = \frac{F I_{1,p}^2}{2Z} .$$

Is a de demping per kabelsectie, dus e^{-a} de verhouding van de stroom aan begin en eind van de sectie, dan levert $E_{3,p}$ aan het eind van de kabel de stroombijdrage

$$I_{3,n} = I_{3,p} e^{-(n-p)a} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

We willen aannemen, dat de frequenties van de grondgolf en de derde harmonische beide nog liggen in het „vlakke" gedeelte van de frequentiekarakteristiek van de kabel, zoodat beide dezelfde demping ondergaan. Dan is de stroom van de grondfrequentie aan het eind van de kabel

$$I_{1,n} = I_{1,p} e^{-(n-p)a} \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

We krijgen dus

$$I_{3,n} = \frac{F}{2Z} I_{1,n}^2 e^{(n-p)a} \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

Optellen van alle stroombijdragen, die ontstaan door de spoelen $p = 1$ tot $p = n$, levert de totale stroom van de derde harmonische aan het eind van de kabel:

$$\Sigma I_{3,n} = \frac{F}{2Z} I_{1,n}^2 \sum_{p=1}^{n} e^{(n-p)a} .$$

Aan de rechterzijde van deze vergelijking staat een meetkundige reeks met de reden e^a, waarvan de som gegeven wordt door de formule

$$\sum_{p=1}^{n} e^{(n-p)a} = \frac{e^{(n-1)a} - 1}{e^a - 1} .$$

Is het aantal secties zoo groot, dat we 1 kunnen verwaarloozen ten opzichte van $e^{(n-1)a}$, en is verder a zoo klein, dat $e^a \approx 1 + a$ (in de practijk is aan beide voorwaarden goed voldaan), dan wordt

$$\Sigma I_{3,n} = \frac{F}{2Z} I_{1,n} \cdot \frac{I_{1,n} e^{(n-1)a}}{a} \quad \ldots \quad (7)$$

Hierin vervangen we nog $I_{1,n} e^{(n-1)a}$ door de stroom $I_{1,1}$ aan het begin van de kabel, en verder $F \cdot I_{1,1}$ door 3/5 R_{h1} (zie verg. (3) en (1)):

$$\Sigma I_{3,n} = \frac{3 R_{h1}}{10 a Z} I_{1,n} . \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

De logarithme a_h van de verhouding der absolute waarde van $I_{1,n}$ en $\Sigma I_{3,n}$ noemt men de vervormingsdemping [3]):

$$a_h = \ln \left| \frac{10\,a\,Z}{3\,R_{h1}} \right| \text{Neper} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

(Om a_h in decibel te verkrijgen moet men de berekende waarde nog met 8,68 vermenigvuldigen.) De grootheid a_h geeft aan, hoe groot aan het eind van de kabel de amplitude van de grondfrequentie is ten opzichte van de harmonischen, zij levert dus een maat voor de storende invloed van de vervorming door de Pupinspoelen.

De vervormingsdemping

In de bovenstaande afleiding is, behalve de vereenvoudiging, dat in (4) en (5) dezelfde dempingsconstante werd gebruikt, ook afgezien van het feit, dat de op te tellen stroombijdragen (6) een faseverschuiving kunnen hebben [4]). Verder is in (7) de kabel zeer lang ondersteld. Deze vereenvoudigingen beïnvloeden het resultaat allen in dezelfde richting: zij maken a_h kleiner, dwz. de vervorming erger. Hetgeen men in de practijk vindt, zal dus in geen geval slechter kunnen zijn dan hetgeen formule (9) levert [5]).

Uit deze formule blijkt in de eerste plaats, dat de vervorming minder wordt, indien men de demping a grooter maakt, bijv. door een kleinere aderdiameter te kiezen. In de practijk zal men van deze mogelijkheid in het algemeen geen gebruik kunnen maken, aangezien de aderdiameter reeds door andere overwegingen is vastgelegd.

Voorts wordt a_h kleiner met toenemende R_{h1}. Aangezien R_{h1} evenredig is met $I_{1,1}$ (verg. 2), beteekent dit, dat de vervorming erger wordt met toenemend zendniveau aan het begin van de kabel. In *fig. 2* is dit verband grafisch voorgesteld. Door de toelaatbare vervorming wordt bepaald, hoe hoog men het zendniveau mag opvoeren. Het geteekende verband geldt echter alleen voor een bepaalde waarde van de evenredigheidsfactor tusschen R_h en I_1, dus van de factor $K\,\nu\,L^{3/2}$ in verg. (2).

Aangezien men in de practijk alleen de waarde van K in de hand heeft, nl. door keuze van een geschikte spoelkern, kenmerkt men de spoel door de waarde van $R_h/L^{3/2}$ bij een bepaalde frequentie ν en stroomsterkte I_1 op te geven. Het is gebruikelijk $\nu = 800$ Hz en $I_1/\sqrt{2} = 1$ mA (effectieve stroomsterkte) te kiezen; de hierbij gemeten waarde van $R_h/L^{3/2}$ noemt men de hysteresisfactor (q_2).

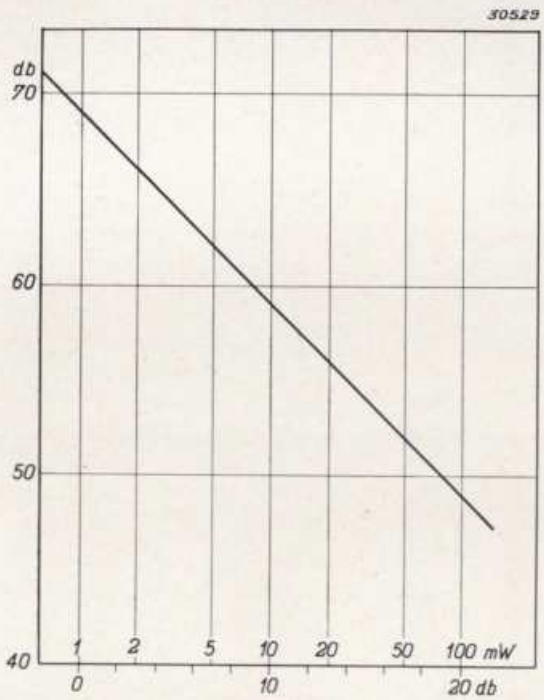

Fig. 2. Vervormingsdemping a_h (in db) als functie van het zendniveau (in mW), volgens de formule (9) van Deutschmann. $Z = 600$ ohm, $a = 0{,}4$ db.

Voor een bepaalde vervorming, dus een bepaalde waarde van R_{h1}, kan het zendniveau ($I_{1,1}$) des te hooger gekozen worden, naarmate de hysteresisfactor kleiner is. Aangezien mede door het zendniveau de noodzakelijke versterkerafstand wordt vastgelegd [6]), is het van belang, de hysteresisfactor zoo klein mogelijk te houden. Door de C.C.I.F. (Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance) wordt dan ook voorgeschreven, dat de hysteresisfactor q_2 van spoelen voor het 1+1-systeem hoogstens 6 ohm/henry$^{3/2}$ mag bedragen, terwijl spoelen voor laagfrequenttelefonie, waar de vervorming der spoelen weinig hinder veroorzaakt, een $q_2 = 12$ mogen hebben. Wil men ook voor het 1+3-systeem of 1+4-systeem, waar de vervorming nog storender is dan in het 1+1-systeem, geen luchtspoelen maar spoelen met magnetische kernen gebruiken, dan wordt zelfs een $q_2 < 3{,}3$ geëischt.

---

[3]) W. Deutschmann, El. Nachr. Techn. **6**, 80, 1929.

[4]) Strenger geformuleerd: er is aangenomen, dat de golven van de derde harmonische dezelfde looptijd hebben als de grondgolf. Hiervoor moet de fasedraaiing evenredig zijn met de frequentie (zie het in noot [1]) aangehaalde artikel op pag. 24, formule (6) en verder). Dit is voor een niet te groot frequentiegebied bij benadering het geval.

[5]) De genoemde factoren kunnen ook in aanmerking worden genomen bij de berekening. Op deze wijze is een nauwkeuriger formule afgeleid door K. E. Latimer, Intermodulation in Loaded Cables, El. Comm. **14**, 275, 1935/36. Voor ons doel kunnen we volstaan met formule (9).

[6]) Zie het in noot [1]) aangehaalde artikel op pag. 25 en 26.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Meting van de vervormingsdemping

In de boven gegeven berekening der vervorming was ondersteld een sinusvormig signaal. Het geval, dat het signaal twee frequenties bevat, is in het algemeen reeds niet meer voor berekening toegankelijk door het feit, dat dan de doorloopen hysteresislus een zeer ingewikkelde vorm krijgt. Nog minder voor theoretische behandeling vatbaar is het geval van spraak. Om na te gaan in hoeverre de vervorming bij spraak analoog verloopt met die in het hierboven beschouwde eenvoudige geval, werden metingen verricht aan een kunstkabel. Deze bestond uit 20 secties, die eenzelfde weerstand en capaciteit hadden als een kabel met een aderdiameter van 1,3 mm, en was gepupiniseerd met spoelen van 22 mH. Het laagfrequentkanaal bevat de frequenties van 300 tot 2700 Hz, het draaggolfkanaal die van 3300 tot 5700 Hz.

Meetopstelling

De gebruikte meetopstelling is weergegeven in *fig. 3*. Aan de ingangszijde van de kunstkabel K worden de spraaktrillingen van het laagfrequentkanaal toegevoerd. Daarom is hier een laagdoorlatend filter L voorgeschakeld, dat frequenties boven 2700 Hz afsnijdt. De totale spanning aan de uitgangszijde van de kabel (grondfrequenties èn in de kabel ontstane nieuwe frequenties) wordt in stand I van de schakelaar via een vaste demping D_c van 40 db en een variabele verzwakker D_v aan een voltmeter V toegevoerd. In stand II van de schakelaars doorloopt de stroom eerst een bandfilter B, dat alleen het draaggolfkanaal, dwz. de in de kabel ontstane frequenties van 3300 tot 5700 Hz doorlaat. In beide standen wordt de variabele verzwakker geregeld, totdat de voltmeter eenzelfde uitslag A heeft. Het verschil van de twee dempings-instellingen, vermeerderd met het vaste dempingsverschil van 40 db geeft de gevraagde vervormingsdemping a_h.

Speciale aandacht moest hier worden besteed aan het afsluiten van de kunstkabel aan weerskanten. Om de kabel met een Ohmsche weerstand te kunnen afsluiten is aan het begin en het eind van de kabel een zg. m-sectie (m) geschakeld. De afsluitweerstand kan dan ca. 600 ohm bedragen, hetgeen gewenscht was met het oog op de gebruikte meetapparatuur. Zou men nu in stand II van de schakelaars het bandfilter direct aan de kabel aansluiten, dan zouden de grondfrequenties van 300 tot 2700 Hz hier een sterke reflectie ondergaan, daar het bandfilter in dit frequentiegebied geen reëele impedantie van 600 ohm heeft. Door de gereflecteerde golven zou de stroomverdeeling in de secties van de kabel en daarmee wegens de stroomafhankelijkheid van R_h de vervormingsbijdrage der afzonderlijke spoelen beïnvloed worden. Derhalve is aan het einde van de kabel nog een vaste demping D van ongeveer 10 db tusschengeschakeld; de gereflecteerde golven, die in de kabel terugkeeren, zijn 20 db verzwakt en hebben dus geen noemenswaardige invloed meer. Om overeenkomstige redenen is ook aan het begin van de kabel een demping van 10 db noodig: aan het

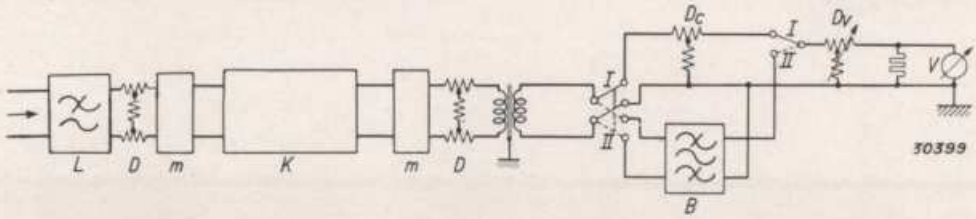

Fig. 3. Opstelling voor het meten van de vervormingsdemping van een kabel. K kunstkabel van 20 secties; m zijn m-secties, D dempingssecties, L laagdoorlatend filter voor 300 tot 2700 Hz, B bandfilter voor 3300 tot 5700 Hz. D_c vaste demping van 40 db. D_v variabele verzwakker, V voltmeter.

Het laagdoorlatend filter ontvangt nu het tienvoudige vermogen, dat aan de kabel wordt toegevoerd. Daarom moet gezorgd worden, dat in de spoelen van het filter niet reeds harmonischen ontstaan, die wegens het groote verschil in vermogen vergelijkbaar zouden kunnen worden met de boventonen, die in de kabel worden gevormd. In het filter zijn om deze reden luchtspoelen toegepast. Door de vervormingsdemping van de apparatuur zonder kabel te meten werd zekerheid verkregen, dat de meetresultaten niet waren beïnvloed door niet-lineaire vervorming in andere elementen.

Metingen

Met behulp van deze opstelling zijn nu verschillende metingen gedaan, om te beginnen met één frequentie, nl. 1500 Hz. Deze ligt juist in het midden van het gebied der frequenties (1000 tot 2000 Hz), waarvan de derde harmonische in het

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

draaggolfkanaal terechtkomt. De vervormingsdemping werd bepaald als functie van het vermogen, dat aan het begin van de kabel werd toegevoerd. De uitkomsten geeft *fig. 4* weer. De getrokken lijn

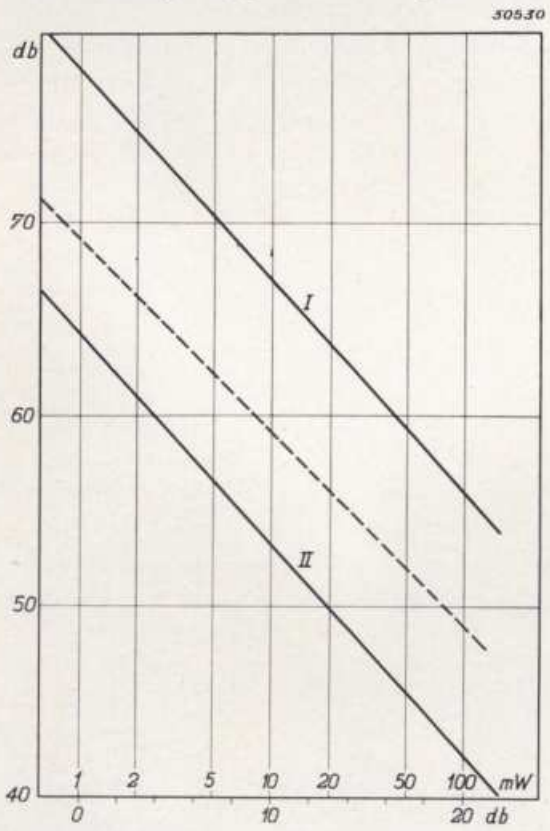

Fig. 4. Vervormingsdemping a_h in het geval van één frequentie (1500 Hz) als functie van het zendniveau. De getrokken lijnen zijn gemeten, de gestippelde berekend volgens formule (9) voor dezelfde waarden van a, Z en q_2 als bij lijn *I*. Lijn *I* en *II* zijn bij verschillende q_2 opgenomen; *I*: $q_2 = 4$; *II*: $q_2 \approx 18$.

I is gemeten, de gestippelde voor de desbetreffende waarde van a, Z en q_2 berekend volgens verg. (9). De gemeten vervorming is kleiner dan de berekende, hetgeen volgens het boven uiteengezette ook te verwachten was. De afwijking is hier voor het grootste gedeelte daaraan toe te schrijven, dat het aantal secties te klein was vergeleken bij een gewone kabel, met name niet voldoende groot voor de in verg. (7) ingevoerde vereenvoudiging.

De meting werd herhaald bij een andere waarde van q_2, dus met een stel Pupinspoelen met andere kernen. De getrokken lijn *II* in fig. 4 geeft het resultaat. q_2 had in het geval van lijn *I* de waarde 4, in het geval van lijn *II* ongeveer de waarde 18. Volgens verg. (9) moet deze verhouding overeenkomen met een verschil van 13 db in de vervormingsdemping, terwijl volgens fig. 4 gemeten is een verschil van ca. 14 db. Gezien de te bereiken nauwkeurigheid [7]) bij het meten van q_2 en de onvermijdelijke spreiding in materiaaleigenschappen is de overeenstemming bevredigend.

Bij vervormingsmetingen van spraak bestaat de grootste moeilijkheid in het bepalen van het spreekniveau. Men zou door middel van een meetinstrument van groote traagheid het gemiddelde vermogen kunnen vaststellen. Deze gemiddelde waarde kan nuttig zijn voor het beoordeelen van het niveau van de spraak, afkomstig van een bepaalde spreker, heeft echter geen rechtstreeksche beteekenis voor de vervorming, daar de intermodulatie, het overspreken tusschen verschillende kanalen, juist aan de pieken is toe te schrijven. Door de C.C.I.F. is dan ook het spraakniveau als volgt gedefinieerd: De voltmeter wordt met een sinusvormige spanning geijkt. De uitslag, die bij het meten van de spraak éénmaal in 3 seconden wordt overschreden, geeft het spraakniveau aan. De hierbij te gebruiken voltmeter moet een integratietijd van 0,1 sec hebben, dwz. binnen deze tijd op 2 db nauwkeurig de eindwaarde aanwijzen in het geval van een constante spanning.

Om een reproduceerbaar zendniveau te verkrijgen werd een gesprek op een gramofoonplaat opgenomen. Tijdens de opname stond naast de microfoon een voltmeter van groote traagheid, zoodat de spreker zijn spraakvolume kon controleeren en zoo goed mogelijk constant kon houden (zie boven). Bij het afdraaien van de plaat wordt de spraak via een regelbare versterker aan de kunstkabel toegevoerd, zoodat het zendniveau willekeurig gevarieerd kan worden.

Practisch geschiedt het bepalen van het zendniveau als volgt. Aan de kabel wordt een sinusvormige spanning toegevoerd met bekend vermogen, bijv. 1 mW, terwijl de schakelaars in stand *I* staan (zie fig. 3). Met behulp van de variabele verzwakker wordt hierbij de uitslag van de voltmeter op een waarde A geregeld, waarvoor bijv. een demping a_1 noodig is. Daarna wordt met een bepaald, voorloopig nog onbekend, zendniveau de spraak aan de kabel toegevoerd. Men telt nu het aantal spanningspieken, die boven de uitslag A komen. Is de plaat afgedraaid, dan herhaalt men de telling nog eenige malen, telkens met een andere waarde van de ingeschakelde variabele demping. Zet men het aantal pieken per sec uit als functie van deze demping, zie *fig. 5*, dan kan men door interpolatie die demping a_2 vinden, waarbij A éénmaal in 3 seconden wordt overschreden. Het verschil tus-

[7]) De hysteresisfactor q_2 wordt gemeten als verschil der waarden van de spoelweerstand bij twee verschillende stroomsterkten. Daar de hysteresisverliesweerstand zeer klein is vergeleken bij de totale weerstand, geeft een kleine absolute fout in de weerstandsmeting een betrekkelijk groote relatieve fout in q_2. Bij seriemetingen is een nauwkeurigheid van de orde van 5% te bereiken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

schen a_2 en a_1 in db geeft aan, hoeveel db het zendniveau van de spraak boven 1 mW ligt.

Dit procédé wordt herhaald nadat de schakelaars in stand *II* zijn gebracht. Nu meet men dus het

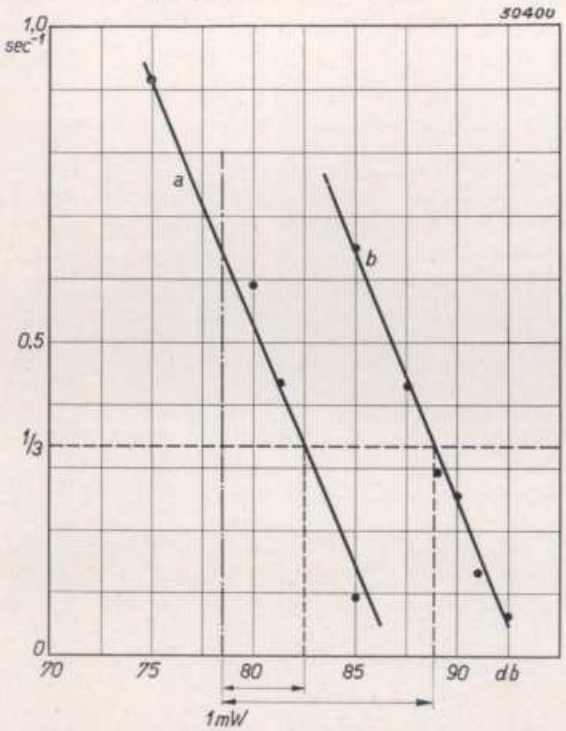

Fig. 5. Aantal pieken per sec bij het afdraaien van een spreekplaat, als functie van de ingeschakelde demping (D_v in fig. 3). Het met een punt-streep-lijn aangegeven nulniveau is dat van een sinusspanning van 1 mW. Het spraakniveau is bepaald als het niveau dat éénmaal in 3 sec wordt overschreden. Voor elk zendniveau van de spraak krijgt men een dergelijke lijn als hier voor twee waarden van het zendniveau is geteekend. Bij lijn *a* wordt uit de figuur het zendniveau 2,5 mW gevonden, bij lijn *b* 11 mW (constructie gestippeld, resultaat door pijlen aangeduid).

niveau van het onverstaanbare geruisch, dat de vervormingsproducten veroorzaken in het draaggolfkanaal. Men vindt een demping a_{2v}, waarbij de uitslag *A* éénmaal in 3 sec wordt overschreden, en het verschil van a_2 en a_{2v} levert de vervormingsdemping a_h, behoorende bij dit zendniveau.

De meting is dus nogal omslachtig: voor het verkrijgen van één meetpunt moet men volgens het bovenstaande de spreekplaat een vrij groot aantal malen afdraaien.

Fig. 6 toont het op deze wijze opgenomen verband tusschen vervormingsdemping en zendniveau voor een bepaalde spreekplaat. Bij een andere spreekplaat van dezelfde spreker werd een lijn gevonden, die nergens meer dan $^1/_2$ db afweek van die, gemeten bij de eerste plaat.

Met behulp van het geteekende verband kan nu bepaald worden, hoe hoog het zendniveau in de practijk mag worden opgevoerd, zonder dat de toelaatbare vervorming wordt overschreden. Eischt men bijv. een vervormingsdemping van minstens 65 db (C.C.I.F. Oslo 1938), dan volgt uit fig. 6, dat het zendniveau 5 mW mag bedragen.

Dezelfde metingen, verricht met gramofoonplaten van een spreker met lichtere stem, leverden de in fig. 6 gestippeld geteekende lijn. De vervorming is hier kleiner dan bij de eerste spreker. Dit is te verklaren uit het feit, dat bij de spreker met lichte stem de pieken in de spraakenergie relatief vaker optreden bij klanken met frequenties boven 2000 Hz. Deze pieken dragen minder tot de waargenomen vervorming bij, daar de derde harmonischen en verschillende combinatietonen van die frequenties buiten het draaggolfkanaal vallen.

De voltmeter, waarmee de metingen zijn verricht, integreert over de energiebijdrage van alle frequenties. De metingen geven derhalve geen onmiddellijke maatstaf voor de physiologische indruk van de vervorming; immers, in de practijk zullen niet alle frequenties in gelijke mate tot de storing bijdragen, daar de trillingen eerst nog de invloed der frequentiekarakteristieken van de telefoon en van het oor ondergaan. Men kan hiermee rekening houden door voor de meting een zoogenaamde „psophometer" te nemen, waarbij de invloed van telefoon en oor door een voorgeschakeld filter is nagebootst. We hebben hiervan geen gebruik gemaakt, om de metingen gemakkelijker met de theorie te kunnen vergelijken.

Tenslotte zou men nog de vraag kunnen stellen,

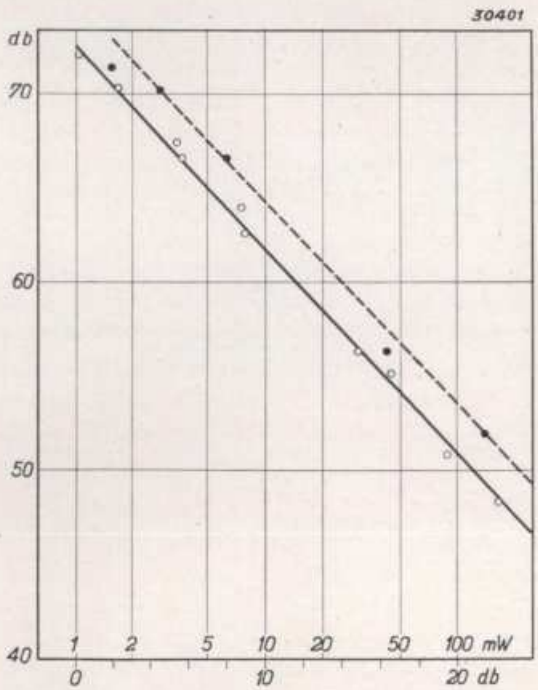

Fig. 6. Vervormingsdemping, gemeten bij spraak, als functie van het zendniveau. Getrokken lijn: spreker met zware stem. Gestippelde lijn: spreker met lichtere stem. Door deze kromme wordt het zendniveau met het oog op de toelaatbare vervormingsdemping bepaald.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

of door het tusschenschakelen van de gramofoonplaat in de natuurlijke gang van zaken niet een te groote compressie van de spraakintensiteiten optreedt, die de meting van de vervorming zou kunnen vervalschen; immers, hier spelen juist de pieken, die bij de compressie het meest gedempt worden, de grootste rol. Het karakter van de spraak in dit opzicht kan algemeen gekenmerkt worden door de helling van de krommen als in fig. 5 weergegeven. Gaat men uit van het niveau, dat juist boven de hoogste pieken in de spraak ligt, dat dus nooit wordt overschreden, dan is door metingen van Fletcher [8]) aangetoond, dat bij normale spraak het 3 db lager gelegen niveau éénmaal in $6^1/_4$ sec wordt overschreden, en het 11 db lager gelegen niveau éénmaal in $1^1/_4$ sec. De door deze meetpunten bepaalde helling komt goed overeen met die der gemeten lijnen in fig. 5. Het karakter van de spraak met het oog op de vervormingsoorzaken is dus door de gramofoon niet vervalscht [9]). Ook het geruisch van de naald van de pick-up kan geen nadeelige invloed op de meetresultaten uitoefenen, daar het vrijwel geheel wordt uitgezeefd door het laagdoorlatend filter aan het begin van de kabel.

[8]) H. Fletcher, Bell Syst. Techn. J. **10**, 349, 1931.

[9]) Voor de practijk moet men er trouwens rekening mee houden, dat aan het begin van de kabel steeds een begrenzing van de amplitude plaats vindt (door de zg. limiter), die overeenkomt met een zekere compressie.

TOEPASSINGEN VAN KATHODESTRAALBUIZEN IN DE MASSAFABRICAGE

door H. van SUCHTELEN. 621.317.755

Er worden twee voorbeelden besproken van gevallen, waarin de kathodestraaloscillograaf het mogelijk maakt, een anders tamelijk gecompliceerde meting aan te passen bij het tempo van de massafabricage. De voorbeelden betreffen het controleeren van de resonantiekromme van radio-ontvangtoestellen en het opsporen van fouten in de wikkelingen van motor- of dynamo-ankers.

Er zijn verschillende redenen, die aanleiding kunnen geven tot het toepassen van de kathodestraaloscillograaf. Een voor de hand liggend geval is een meting, waarvoor een traagheidsloos instrument vereischt wordt, zooals bijv. het opnemen van een dynamische karakteristiek, die betrekking heeft op een periodiek verschijnsel. Eveneens is de oscillograaf een welkom middel voor het opvoeren van de meetsnelheid, wanneer een statische meting het meetobject zou beschadigen, of wanneer het er om gaat, in snel tempo contrôle-metingen uit te voeren. Dit laatste kan speciaal bij de massafabricage van belang zijn. Wij willen hier twee voorbeelden bespreken, waarbij de kathodestraaloscillograaf het mogelijk maakt, een anders tamelijk gecompliceerde meting aan te passen bij het tempo van een massafabricage.

Het meten van de resonantiekromme van radio-ontvangtoestellen

De resonantiekromme van een ontvangapparaat geeft de spanning aan de detector als functie van het frequentieverschil tusschen de afstemming van het toestel en de frequentie van een signaal, dat met constante amplitude aan de antennezijde wordt toegevoerd. De kromme is belangrijk, daar zij uitsluitsel geeft over de selectiviteit van de ontvanger, dus over de mate, waarin een storende zender met een van de afstemming verschillende frequentie wordt onderdrukt. Bovendien leest men er uit af het verschil in weergave tusschen de draaggolf en de door modulatie ontstane zijbanden. Een scherpe resonantiekromme waarborgt weliswaar een goede selectiviteit, doch snijdt anderzijds die zijbanden uit het ontvangen frequentiespectrum, welke overeenkomen met de hooge frequenties in de modulatie [1]). Het compromis, dat men kan vinden, leidt tot een resonantiekromme, die tamelijk nauwkeurig is vastgelegd. Wil men zich niet aan dit compromis binden, dan bestaat ook de mogelijkheid, het toestel zoodanig in te richten, dat de vorm van de resonantiekromme naar behoefte veranderd kan worden. In dat geval spreekt men van apparaten met variabele bandbreedte.

Uit een en ander volgt wel, dat een contrôle op de resonantiekromme bij de fabricage van het toestel, of na eventueele reparatie, van belang is. Om de opname van deze kromme in snel tempo mogelijk te maken, werd door Philips een speciaal apparaat ontwikkeld, de frequentiemodulator GM 2881, die in combinatie met een kathodestraaloscillograaf veroorlooft, de resonantiekromme onmiddellijk in haar geheel te overzien.

[1]) Zie ook: C. J. van Loon, Philips techn. T. **1**, 264, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Principe van de meting

Het is duidelijk, dat men in de eerste plaats zal moeten beschikken over een bron van hoogfrequente spanning, die dezelfde frequentie levert als die waarop de te onderzoeken ontvanger is afgestemd, maar waarvan de frequentie in een gebied ter weerszijde van die afstemming gevarieerd wordt. Bij elke frequentie wordt gemeten de spanning aan de detector van het ontvangtoestel. Een direct zichtbaar diagram ontstaat, wanneer men deze spanning in verticale richting op het scherm van een oscillograaf registreert en tevens zorgt, dat een horizontale uitwijking, evenredig aan de variatie van de frequentie, optreedt. Om een blijvend beeld op het scherm te verkrijgen, moet dit procédé in snel tempo (bijv. 50 maal per seconde) herhaald worden. Daarbij „wiebelt" dus de frequentie van het toegevoerde signaal om haar gemiddelde waarde heen en weer, en de frequentiemodulator, die hiervoor zorgt, wordt wel met de in Amerika gebruikelijke naam „wobbulator" aangeduid.

Bij de hier te beschrijven apparatuur is uitgegaan van de normale oscillograaf GM 3152 of de kleinere GM 3153. In deze oscillografen wordt een zaagtandvormige hulpspanning opgewekt, die de horizontale uitwijking van de lichtvlek teweegbrengt. Teneinde nu een vast verband tusschen de horizontale uitwijking en de meetfrequentie te verkrijgen, moet de zaagtandspanning tevens de frequentiemodulator besturen. Dit kan verwezenlijkt worden met verschillende schakelingen, waarvan er één in principe in *fig. 1* is weergegeven.

Indien in deze schakeling R voldoende groot is ten opzichte van $1/\omega C$, zal een wisselspanning E_1 tusschen de klemmen *1* en *2* een stroom I_1 doen loopen, die vrijwel gelijk is aan E_1/R. Deze stroom veroorzaakt aan de condensator C een spanning

$$E_2 = I_1 \frac{1}{j\omega C} = \frac{E_1}{j\omega CR},$$

die 90° in fase naijlt ten opzichte van E_1. De spanning E_2 werkt op het stuurrooster van een meerroosterlamp, waarvan de anodestroom I_2 derhalve wordt:

$$I_2 = S\,E_2 = E_1 \frac{S}{j\omega CR}.$$

Hierin is S de steilheid van de lamp.

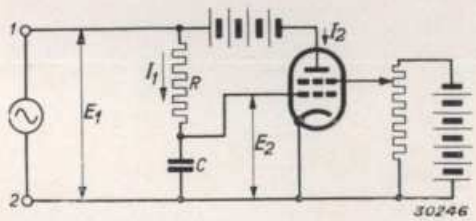

Fig. 1. De spanning E_1 veroorzaakt een stroom door de lamp $I_2 = E_1 \cdot S/j\omega CR$, zoodat de schakeling aequivalent is aan een zelfinductie L van de waarde CR/S. Door regeling van de lampsteilheid S kan de waarde van deze vervangingszelfinductie gevarieerd worden.

Hadden wij in plaats van het geteekende circuit aan de klemmen *1* en *2* eenvoudig een zelfinductie L aangesloten, dan zou de stroom hierin geworden zijn:

$$I_2 = E_1 \frac{1}{j\omega L}.$$

Het circuit is dus gelijkwaardig met een zelfinductie van de waarde

$$L = \frac{CR}{S}.$$

Deze vervangingszelfinductie kan beïnvloed worden door de steilheid van de lamp te veranderen, hetgeen gemakkelijk kan geschieden door variatie van de spanning aan één der andere roosters. In fig. 1 is de spanning aan het tweede rooster regelbaar ondersteld.

De schakeling volgens fig. 1 levert dus tenslotte een aequivalent voor een zelfinductie, waarvan de waarde gevarieerd kan worden door een aangelegde stuurspanning. Neemt men nu een dergelijke schakeling als gedeelte van de totale zelfinductie op in een trillingsketen, dan wordt de eigenfrequentie van deze keten op haar beurt ook weer meegenomen door de aangelegde stuurspanning. Gebruiken wij voor deze laatste de zaagtandspanning van de kathodestraaloscillograaf, dan is hiermede in principe een oplossing voor het probleem gegeven.

Een bepaalde horizontale uitwijking van de lichtvlek beantwoordt nu aan een bepaalde variatie ΔL in de totale zelfinductie van de trillingsketen, waarmee de toe te voeren frequentie wordt afgestemd. Voor de eigenfrequentie f van deze keten geldt

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

waaruit volgt

$$\frac{\Delta f}{f} = -\tfrac{1}{2}\frac{\Delta L}{L}.$$

Wil men nu de resonantiekromme van het ontvangtoestel bij verschillende afstemmingen opnemen, dan ligt het voor de hand om de eigenfrequentie f overeenkomstig in te stellen, bijv. met behulp van een draaicondensator. Hierdoor zou echter de absolute frequentie-fluctuatie aan weerszijden van de afstemfrequentie, voor een bepaalde horizontale

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

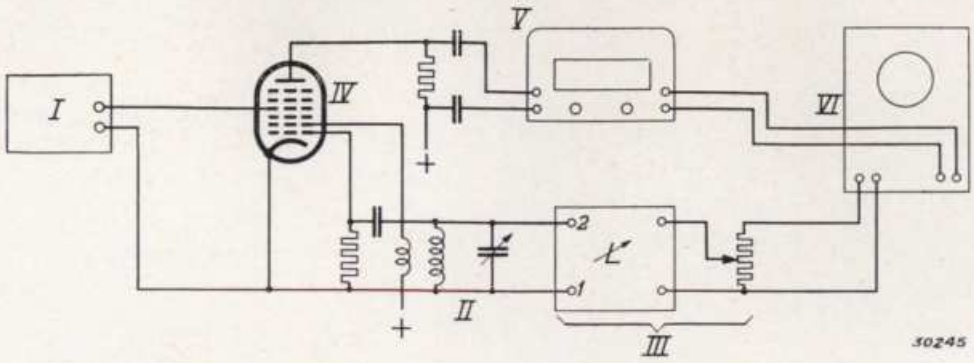

Fig. 2. Opstelling voor het opnemen van resonantiekrommen. Het te onderzoeken ontvangtoestel *V* is bijv. op 1000 kHz afgestemd. Dan wordt de signaalgenerator *I* op een frequentie 5000 kHz ingesteld. De zelfoscilleerende kring *II* heeft een frequentie van 4000 kHz, zoodat in de menglamp *IV* een verschilfrequentie van 1000 kHz ontstaat, die aan de ontvanger wordt toegevoerd. De frequentie van de kring *II* wordt beïnvloed door de parallel daaraan geschakelde vervangingszelfinductie *III* (schakeling volgens fig. 1), die bestuurd wordt door de zaagtandspanning uit de kathodestraaloscillograaf *VI*. De frequentie van *II* „wiebelt" derhalve bijv. 50 maal per seconde met een bedrag van ongeveer 50 kHz om haar vaste gemiddelde waarde van 4000 kHz heen en weer. Eenzelfde fluctuatie vertoont dus de frequentie van het aan *V* toegevoerde signaal, zoodat de oscillograaf, die de detectorspanning van *V* meet, een beeld van de geheele resonantiekromme levert.

uitwijking van de lichtvlek, zeer verschillend worden voor verschillende afstemmingen, daar immers volgens de bovenstaande formule de procentueele frequentie-fluctuatie $\Delta f/f$ constant blijft. Bijv. zou bij het opnemen van de resonantiekromme bij 100 kHz en bij 1000 kHz, de breedte van het verkregen diagram in kHz in het eerste geval 10 maal zoo klein zijn als in het tweede. Dit is minder gewenscht. Practisch wil men steeds eenzelfde frequentiegebied bestrijken, van bijv. 50 kHz breedte. Derhalve wordt de frequentiemodulator voor een vaste gemiddelde frequentie f ontworpen, en de gewenschte meetfrequentie wordt verkregen door volgens het bekende superheterodyne-principe een andere, niet-fluctueerende frequentie bij te mengen.

Meetinstallatie

Men komt zoo tot een opstelling, die in *fig. 2* is geschetst. Onderstellen wij, dat de te onderzoeken ontvanger *V* is afgestemd op 1000 kHz. Een signaal van deze frequentie wordt verkregen door in lamp *IV* te mengen een signaal van 5000 kHz uit een normale signaalgenerator *I* (GM 2880) en een trilling van 4000 kHz van de zelfoscilleerende kring *II*. Parallel aan deze laatste is geschakeld een dergelijke schakeling als die van fig. 1 (*III*), welke gestuurd wordt door de zaagtandspanning uit de oscillograaf *VI*.

De aequivalente zelfinductie van *III* is groot ten opzichte van die van kring *II*; de parallelschakeling heeft dus betrekkelijk weinig invloed op de kring. Daar echter diens oorspronkelijke frequentie vrij hoog is (4000 kHz), worden de fluctuaties toch nog van de orde 50 kHz.

Wenscht men de resonantiekromme van het ontvangtoestel *V* bij een andere afstemming te meten, dan wijzigt men de frequentie van de oscillator *I* zoodanig, dat zij steeds 4000 kHz boven de afstemfrequentie van *V* ligt.

Bij gebruik van een geschikte modulatorlamp in de schakeling van fig. 1 kan binnen voldoend wijde grenzen een vrijwel lineair verband tusschen de frequentie-variatie en de stuurspanning verkregen worden. Het diagram op het scherm heeft dan een lineaire frequentieschaal. Teneinde de

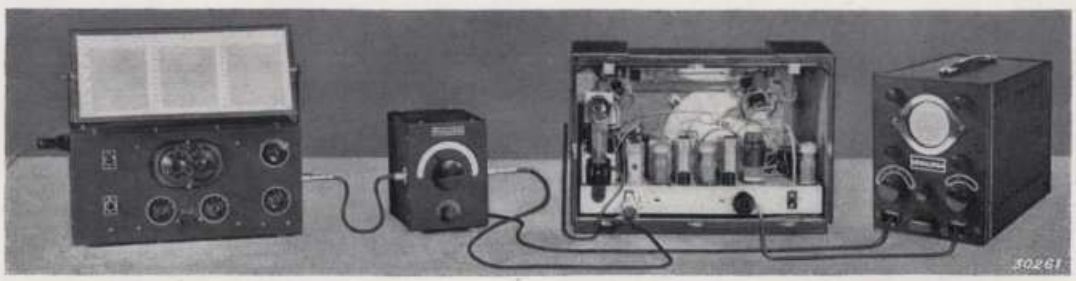

Fig. 3. Foto van de opstelling volgens fig. 2. De daar geteekende onderdeelen *II*, *III* en *IV* van de schakeling zijn vereenigd in één apparaat, de frequentiemodulator GM 2881.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

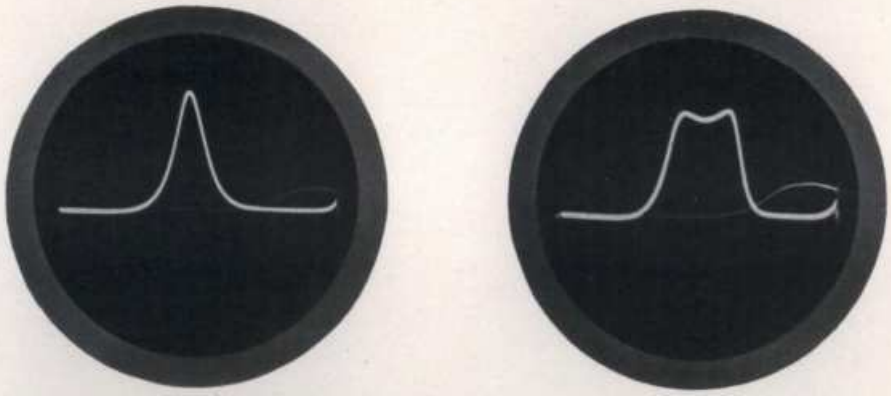

Fig. 4. Resonantiekromme van een ontvangtoestel met instelbare bandbreedte; *a*) instelling op „smal"; *b*) instelling op „breed".

grootte van deze schaal snel te kunnen ijken is in de kring *II* nog een eenvoudig hulpmiddel aangebracht. Deze kring wordt afgestemd door middel van een variabele condensator, die voorzien is van een in kHz geijkte schaal. Zoodoende is het mogelijk de oorspronkelijke frequentie van 4000 kHz, die aan het uitgangspunt van de lichtvlek op het scherm beantwoordt, met een afleesbaar bedrag te wijzigen. Daardoor verschuift het beeld op het scherm over een afstand, die overeenkomt met het verstemde aantal kHz. Men behoeft dus slechts de verschuiving te meten om het aantal mm voor 1 kHz te kennen.

De uit de oscillograaf verkregen stuurspanning kan in *III* eerst nog gereduceerd worden. Dan wordt bij dezelfde horizontale uitslag een kleinere frequentie-variatie verkregen, met andere woorden men wijzigt de frequentieschaal in het diagram.

In de practische uitvoering zijn de onderdeelen *II*, *III* en *IV* uit fig. 2 gecombineerd tot één apparaat, de GM 2881. In *fig. 3* ziet men dit op de tweede plaats, tusschen de signaalgenerator GM 2880 en de te onderzoeken ontvanger. Tenslotte bevat de opstelling de kleine oscillograaf GM 3153.

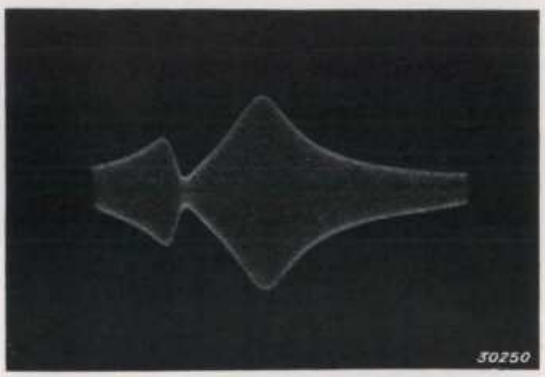

Fig. 5. Resonantiekromme van een ontvangtoestel met voorgeschakeld sperfilter voor het onderdrukken van een storende zender vlak naast de afstemming. De gemeten spanning is hier reeds vóór de detector van de ontvanger afgenomen, zoodat het vlak van het diagram met de hoogfrequente trilling is opgevuld.

Opnamen van de spanning aan de detector, verkregen met deze opstelling, zijn in *fig. 4a* en *b* weergegeven. Beide opnamen werden genomen aan een ontvangtoestel met instelbare bandbreedte. Fig. 4*a* geeft de resonantiekromme bij instelling op „smal", fig. 4*b* die bij instelling op „breed". In de laatste figuur ziet men de typische „schouders" die optreden bij zg. overgekoppelde bandfilters.

Wanneer men als oscillograaf de GM 3152 gebruikt, die zeer hooge frequenties verwerken kan, bestaat de mogelijkheid om de spanning van het ontvangtoestel nog vóór de detector af te nemen, hetgeen soms gewenscht kan zijn. Er ontstaat dan niet een lijnvormig diagram, maar een door de hoogfrequente trilling opgevuld vlak, zooals in *fig. 5*. Dit laatste diagram werd opgenomen aan een ontvangtoestel met een voorgeschakeld sperfilter, voor het onderdrukken van een storende zender, juist naast de afstemming van het toestel. Men ziet zeer duidelijk, hoe voor de desbetreffende frequentie de amplitude is onderdrukt.

Weerstandsmeting aan motor- of dynamo-ankers

Nadat een collectoranker gewikkeld is, moet worden nagegaan, of geen van de spoelen, waaruit de wikkeling bestaat, een sluiting of onderbreking heeft. Dergelijke fouten treden nl. licht op bij het aansoldeeren van de spoeleinden aan de collectorlamellen. Bij kleine ankers moeten voor deze contrôle bijv. 20 weerstandsmetingen verricht worden. Bij een massafabricage, zooals die voorkomt bij stofzuigers, naaimachines, startermotoren enz., is het van belang, op de contrôlemeting tijd te besparen. Hiervoor is de volgende methode uitgewerkt.

Wanneer de weerstand gemeten wordt door aflezing van een wijzerinstrument, is het gebruikelijk, twee contactstiften op de collector te plaatsen

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

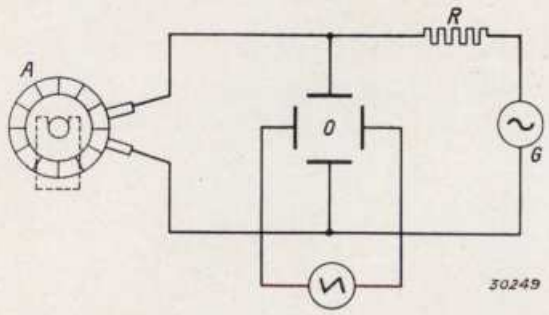

Fig. 6. Schakeling voor het keuren van collectorankers. Op de collector worden, op twee naburige lamellen, twee meetstiften gezet. Hierop wordt de oscillograaf O aangesloten en parallel daarmee via de weerstand R de signaalgenerator G (ingebouwd in de Philips oscillograaf GM 3153). De weerstand R is ongeveer gelijk aan de impedantie van één spoel van de ankerwikkeling. Loopt het anker synchroon met de tijdbasis van de oscillograaf, dan wordt een stilstaand diagram verkregen, dat veroorlooft de gesteldheid van het geheele anker te overzien.

zoodanig, dat men de weerstand tusschen twee opeenvolgende lamellen meet. De collector wordt dan langzaam onder de stiften doorgedraaid, zoodat achtereenvolgens de verschillende spoelen een beurt krijgen. Het tempo wordt bepaald door de tijd die noodig is om de meter tot rust te laten komen en af te lezen.

De kathodestraalbuis, die een meetinstrument zonder traagheid is, veroorlooft een veel snellere meting, bovendien kan men met haar een diagram opnemen van de weerstand als functie van de plaats op de collector, en zoo in één oogopslag de gesteldheid van het geheele anker overzien.

Deze gedachte is zeer eenvoudig te verwezenlijken met behulp van de Philips oscillograaf GM 3153. Uit practische overwegingen wordt in plaats van de, meestal vrij lage, weerstand de impedantie gemeten. Daartoe wordt een kleine wisselspanningsgenerator van 10 000 Hz gebruikt, die in de GM 3153 is ingebouwd. Deze generator wordt over een weerstand R aangesloten op de meetstiften, die op de collector geplaatst worden en die parallel geschakeld zijn aan de oscillograafplaten, zie *fig. 6*. Is R ongeveer van de orde van grootte der impedantie van een spoel, dan wordt de spanning aan de oscillograaf bijv. de helft van de generatorspanning. Bij onderbreking in een spoel wordt de spanning gelijk aan de generatorspanning, bij kortsluiting wordt zij nul. Deze globale aanduiding van de impedantie in de wikkeling is voldoende om een anker te keuren.

Voor een snelle meting wordt het anker in halve lagers gelegd en met een frictieschijfje aangedreven. Men kan nu tevens op de normale wijze voor een lineaire tijdbasis op het scherm van de oscillograaf zorgen. Kiest men de zaagtandfrequentie gelijk aan het toerental van het anker, dan komt een bepaalde horizontale uitwijking overeen met het passeeren van een bepaald lamellenpaar onder de meetstiften.

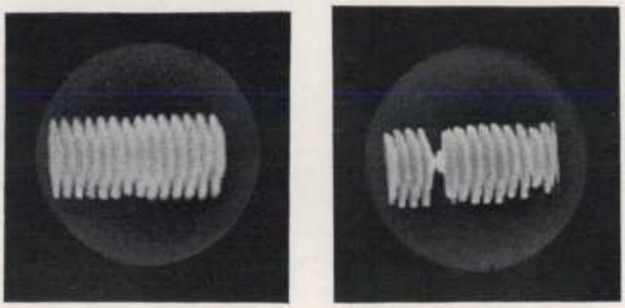

Fig. 7. Opnamen van twee automobiel-dynamo's.
a) Het anker is in orde.
b) Het anker bevat een kortsluiting.

In *fig. 7a* en *b* zijn twee opnamen weergegeven, genomen aan automobiel-dynamo's. Het anker *a* was normaal, het anker *b* bevatte een sluiting. Een defect wordt op deze wijze waargenomen in de tijd, die anders voor het meten van één spoel noodig zou zijn. Natuurlijk is het op analoge wijze ook mogelijk, sluitingen tusschen de lamellen en de massa van het anker vast te stellen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

1351: E. H. Reerink: De bepaling van vitamine D (Chem. Wbl. **35**, 577-580, Juli 1938).

Voor de inhoud van dit artikel kan verwezen worden naar **1349**.

1352: J. D. Fast: Über die Herstellung der reinen Metalle der Titangruppe durch thermische Zersetzung ihrer Jodide IV. Das Auftreten niedriger Zirkonjodide bei der Herstellung duktilen Zirkons (Z. anorg. allg. Chem **239**, 145-154, Sept. 1938).

Bij verhitten van zirkoontetrajodide met een overmaat zirconium ontstaan lagere zirkoonjodiden. Bepaalt men de vormingssnelheid van ductiel zirconium, dat wordt verkregen door thermische ontleding van ZrJ_4 aan een op 1300 °C verhitte draad, als functie van de temperatuur, waarop het reactie-vat wordt gehouden, dan blijkt die snelheid tot 250 °C sterk toe te nemen. Boven 300 °C neemt de vormingssnelheid met stijgende temperatuur daarentegen af tengevolge van het reageeren van het zirkoontetrajodide met een in het reactievat aanwezige overmaat van het metaal zirconium. Uit andere onderzoekingen kan men afleiden, dat bij 400 °C ZrJ_4 met zirconium ZrJ_3 vormt, terwijl bij 560 °C ZrJ_2 wordt gevormd. Verder blijkt er boven 310 °C een reactie-evenwicht te bestaan tusschen ZrJ_3, ZrJ_2 en ZrJ_4, en evenzoo boven 430 °C tusschen ZrJ_2, Zr en ZrJ_4. Tengevolge van de reactie van ZrJ_4 met een overmaat zirconium is het niet meer mogelijk bij een oventemperatuur van 250 °C of lager in een prepareerlamp, die tevoren op 400 °C of hooger is verhit geweest, een vorming van ductiel zirconium te bewerkstelligen.

1353: J. E. de Graaf and W. J. Oosterkamp: X-ray tube for crystal analysis and stress measurements (J. sci. Instrum. **15**, 293-303, Sept. 1938).

Met deze publicatie stemt voor een groot gedeelte overeen een door dezelfde schrijvers in ons tijdschrift (Philips techn. T. **3**, 263, 1938) bijgedragen artikel. Bovendien wordt op grond van berekeningen over de strooming van warmte in de anode van de röntgenbuis het verband tusschen de specifieke focusbelasting en de dikte van de anode voor een langgerekt en een cirkelvormig focus afgeleid.

1354: J. F. Schouten: The rotating pendulum and the state of adaptation of the eye (Nature **142**, 615, Oct. 1938).

Met behulp van een door de schrijver uitgewerkte methode wordt geconstateerd, dat de aanwezigheid van een verblindend gebied in het gezichtsveld van het oog een belangrijke verlaging van de gevoeligheid der fovea (gele vlek) veroorzaakt binnen 0,1 sec. Dit kan niet worden toegeschreven aan diffusie van fotochemische stoffen of andere, zuiver physische of chemische verschijnselen, maar berust op een overbrengen van deze prikkel van het getroffen gedeelte van het netvlies naar de fovea door der zenuwen, die aldaar dan een vermindering der gevoeligheid veroorzaken. Dit pleit ten gunste van Lythgoe's verklaring van het door hem waargenomen effect bij de slinger van Pulfrich.

1355: J. L. H. Jonker and A. J. W. M. van Overbeek: A new converter valve (Wirel. Eng. **15**, 423-431, Aug. 1938).

Voor de inhoud van dit artikel kan in hoofdzaak worden verwezen naar Philips techn. T. **3**, 271, 1938.

1356: M. J. O. Strutt und A. van der Ziel: Einige dynamische Messungen der Elektronenbewegung in Mehrgitterröhren (El. Nachr. Techn. **15**, 277-283, Sept. 1938).

Metingen van de ingangsadmittantie tusschen de kathode en het dichtst daarbij zijnde rooster en van de complexe steilheid van dit rooster naar de anode werden gedaan. De invloed, die de electronen, welke vóór een rooster met negatieve spanning omkeeren, uitoefenen op de ingangsadmittantie, wordt besproken. De hiervoor afgeleide formules worden toegepast op de metingen der ingangsadmittantie, waarbij conclusies worden getrokken over de beweging der electronen. Verder worden nog formules afgeleid voor de invloed der terugkeerende electronen op de grootte en de fasehoek van de steilheid. Tenslotte blijkt, dat deze formules toegepast op verrichte metingen, een goede overeenstemming leveren met de reeds eerder in dit artikal getrokken conclusies betreffende de beweging der electronen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

1357*: R. Houwink: Elastizität, Plastizität und Struktur der Materie; 367 blz., 1938 (Steinkopf, Dresden und Leipzig).

Dit boekwerk is een sterk vermeerderde uitgave in de Duitsche taal van het reeds als **1219*** vermelde Engelsche boek van denzelfden schrijver.

1358: Balth. van der Pol: Beyond radio (Proc. World Rad. Conv., Sydney 1938).

In deze voordracht werden verschillende onderwerpen besproken, die meer of minder samenhangen met onderzoekingen op radiogebied, hoewel zij zelf geenszins zonder meer tot dit gebied kunnen worden gerekend. Behandeld worden o.a. diathermie met zeer hooge frequenties, nauwkeurig meten van tijdintervallen met eigentrillingen van een kwartskristal, relaxatietrillingen (vgl. bijv. Philips techn. T. **1**, 39, 1936) en de voortplanting van golven langs het oppervlak van een bol, die groot is ten opzichte van de golflengte (vgl. **1264**, **1318** en **1338**), hetgeen ook op de regenboog kan worden toegepast.

1359: J. E. de Graaf: Zur Densitometrie von Röntgenfilmen und ihrer Normung (Z.wiss. Photogr. **37**, 147-159, Aug. 1938).

Teneinde de groote verschillen te begrijpen, die men verkrijgt, wanneer men met twee verschillende zwartingsmeters eenzelfde filmstrook uitmeet, wordt de invloed nagegaan van de hoek, waaronder het licht op de film valt, van de verstrooiing aan de film, van de openingshoek zoowel van de ontvanger als van de invallende bundel. Hieruit worden conclusies getrokken voor de constructie van een zwartingsmeter voor röntgenfilms en voor het visueel waarnemen van deze films. Voor het bepalen van de kwaliteit van een film is het van belang, dat de optische constanten van de zwartingsmeter aangepast zijn bij het doel, waarvoor de film wordt gebruikt.

1360: K. F. Niessen: Zur Entscheidung zwischen horizontalen oder vertikalen elektrischen Dipolen zwecks minimaler Erdabsorption bei gegebener Bodenart und Wellenlänge (Ann. Physik **33**, 404-418, Oct. 1938).

Voor eenzelfde electrische dipool, die op minstens twee golflengten boven het aardoppervlak in horizontale of verticale stand is geplaatst en een bepaalde hoeveelheid energie per sec uitzendt, wordt nagegaan, welk gedeelte van deze energie in de aarde verdwijnt in afhankelijkheid zoowel van de grootte als van de fasehoek van de brekingsindex. Voor een bepaalde soort bodem (met een vochtigheid van 24%) wordt ook in afhankelijkheid van de golflengte aangegeven, welk gedeelte van de uitgestraalde energie door de aarde wordt opgenomen.

1361: G. C. E. Burger und B. van Dijk: Zur Bestimmung der kleinst wahrnehmbaren Objektgröße bei der Durchleuchtung (Fortschr. Röntgenstr. **58**, 382-385, Oct. 1938).

Met behulp van platen „Philite", waarin verschillende gaten zijn geboord en die men tusschen de röntgenbuis en het doorlichtingsscherm plaatst, wordt nagegaan, wat de kleinste waar te nemen voorwerpsgrootten zijn bij de verschillende stroomsterkten onder een spanning van 54 kV max. op de buis. Met deze methode worden zeer goed reproduceerbare resultaten verkregen en zij is gebruikt om na te gaan, in hoeverre bij de röntgendoorlichting het toepassen van een fijnraster-diafragma is aan te raden. Hoewel dit diafragma door verminderen van de storing door strooistralen wel een verbetering geeft, wordt die toch weer vrijwel gecompenseerd door het verminderen van de helderheid. Derhalve heeft het weinig zin een fijnraster-diafragma te gebruiken bij het doorlichten der longen.

In December 1938 is verschenen:

Philips Transmitting News **5**, no. 3:

Philips Ultrakurzwellen-Funkbake Typ BRA 200/8, bearbeitet von R. F. Volz und A. G. de Jager.

Ein Nomogramm zur Bestimmung der Feldstärke im Umkreis eines Senders.

Die Funkanlage des Doppelschrauben-Dampfers „Nieuw Amsterdam".

J. P. Heyboer: Über die Schwierigkeiten bei der Messung der H.F.-Ausgangsleistung luftgekühlter Senderöhren bei Frequenzen unterhalb 20 M Hz.

---

*) Van publicaties, gemerkt met een *, is geen voor verspreiding voldoend aantal overdrukken beschikbaar. Van de andere publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvraag gaarne overdrukken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!